

# 転像管による爆速測定 (第1報)

水島容二郎\*, 広川啓弥\*\*

## 1. 緒 論

爆薬の爆速測定には従来最も普通に爆速既知の導爆線を基準にする示差法すなわち Deautrich 法が使用されている。本法の利点は極めて簡単な装置でよく、かつ経済的であるが少くも数百gの試料も要した絶対測定ではない。計数機法は極めて簡便精緻ではあるが二区間内の平均値しか得られないことは上法と同じである。

一方第二次大戦中より軍用として開発された転像管 (Image Converter Tube) を爆発伝播研究用として単撮引カメラに利用した例は Courtney-Pratt が報告しているのみであるが、精度はよくなく稍大電力の掃引電子管を要している。

しかるに著者らは同種の転像管により簡単かつ精度よく小薬量 (50mg) でも爆速を測定出来る新法を案出したので報告する。本法は取扱危険のため小量宛しか取扱えない起爆薬の爆速測定に特に適するが、勿論大薬量でも差支えない。本法の他の利点は途中の経過を知り得ることおよび絶対測定であることである。

## 2. 測定法原理

転像管は一端に光電面、他端に蛍光面を有し内部に加速電極更に種類によつては制梁電極を有している高真空管である。外部の光学レンズで被写体を光電面上に結像すれば、各点の照度に応じて光電子が発生し加速電界でエネルギーを得、外部より加える管軸に平行な磁界で蛍光面上に再び結像し光学像を蛍光面上に再現させる。これをステルカメラで撮影記録する。加速電極または制梁電極に短時間の例えば  $1\mu\text{sec}$  の矩形波パルスを印加することにより転像管を瞬間シャッター<sup>1)</sup>として使用できるが、ここでは連続的動作状態に置き、管の略中央部にその軸と直前に外部より高周波磁界を加える。すると内部飛行中の光電子は磁界と直角の方向に慣性なく偏位振動する。単撮引用一方向きの大磁界を加える Courtney-Pratt 式<sup>2)</sup>では数百ワットの送信用電力管を用いても直線性は必ずしもよくないが、上記の高周波磁界法では小電力で充分でありかつ過渡的現象に対しても何ら同期を要しない利点がある。

今次元に進行する光源例えば伝播中の直線状薬包の発光、またはスリットを通じて見た大薬包の発光は上記の転像管装置で蛍光面上にリップル模軌跡を生じ結局フィルム上にこれが記録される。

このリップル周期および光学系と光電子流系の像倍率を知れば光点の移動速度を求め得、光点の移動速度は定常状態では爆速に等しいから、このときは直ちに爆速を知り得るわけであり、非定常状態では爆速の定義如何により直ちには爆速を現わさないとしても、それはそれとして伝播機構の重要な資料を得ることが出来る。

## 3. 装置及び測定

使用転像管は英国 Mullard 社製青感のもの 1200 AA および近赤外感のもの 1200CA の2種で半透明平面光電面径50mm, メタルバック蛍光面径130mm

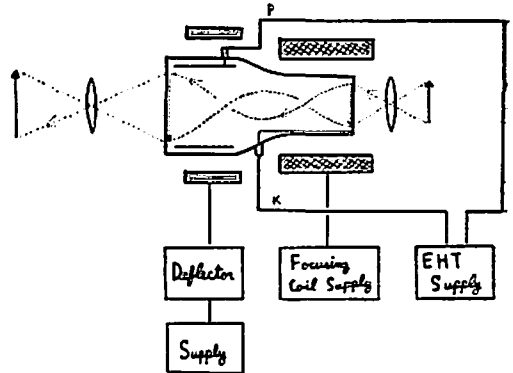
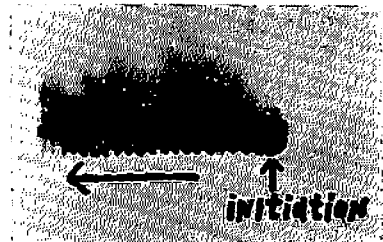


Fig. 1 Block Diagram



その両面間隔 230mm で螢光色青である。これを全黄銅製の枠に固定し Fig. 1 の如く配置する。光電面をアース電位とし螢光面には 6kV を印加する。これは電源側を放電管で安定化した自作 400KC 共振式高電圧発生回路より得たもので、400KC/s のリップルは

昭和33年5月6日受理  
\* 東京工業試験所第7部  
\*\* 現在坂下製作所

0.001%以下、50C/s のリップルは mV 以下と測定された。ただし負荷の変化によるレギュレーションには 500 PF のコンデンサーの外対策が施していない。

集束コイルは内径 150mm 長さ 110mm 線径 0.32 mm の銅線 5kg を巻いた抵抗 1.2k $\Omega$  のもので、電子安定化した直流 250mA (80W) を通じ 700 Amp Turns の磁界を転像管軸に平行に作り電磁レンズとすると第 2 次の電子像が螢光面上に得られる。集束コイル電流を 110mA とすると明るい第 1 次の電子像を得るが歪が大きいため採用できない。この安定電源の効率は入力 10% 変動に対して出力は 0.3% 変動する程度であった。回路を Fig. 2 に示す。

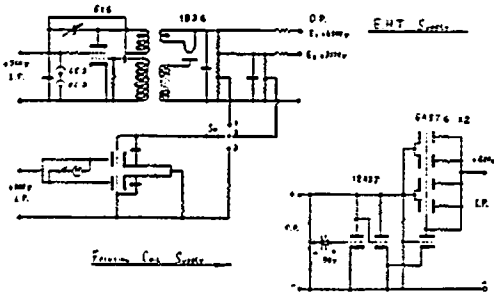


Fig. 2 Circuits

光学系については常に次の条件である。対物レンズは Canon レンズ  $f=50\text{mm}$   $F=1.8$ , カメラレンズは Hexanon  $f=60\text{mm}$   $F=1.2$  を使用した。

つぎに全系の解像力を知るためにグラフ用紙上に 1mm より 10mm 幅の黒線を描き、これを  $1/10$  に縮写焼付けテストチャートとし速方に置き、螢光面上に現れた像を拡大レンズで肉眼観察して、光電面上で 20本/mm の分解能を得た。像の歪は肉眼観察の程度では全く認められなかった。

転像管の光量換率については R. A. Chipendale<sup>9)</sup> が 2,700° K (色) のタングステンランプで  $1/10$  と報告している。著者らは略同様な方法で使用転像管の能率を求めた。電気試験所検定の 500W タングステンヒラメント単平面ランプを 2,660° (色) に点じなるべく遠くに置き波長選択吸収をさせて石英ガラス板を拡散板に使い、その後 JIS 写真感度測定用 (JIS K 7604) の濃度差 0.2 中性灰色ゼラチン鋳物階段フィルターを置き、これを Canon Lense  $F 1.8$  を附したライカ型カメラで富士 S S フィルムに撮影し、一方同じ Canon Leuse で前出の光学系により中間に転像管を経て、同じフィルムの続いたコマに同じ被写体を撮影した。この際カメラシャッターは常に  $1/25$  秒を使用したので双方での差は小さい。使用した光楔はアンスコ光電濃度計で予じめ濃度補正曲線を求めて置く。また光楔による光の拡散一様性の不足を考へて光源拡

散板間隔は 1m に保つた。ことときせ勿論リップル用掃引磁界はかけない。露光したフィルムは現像むらをさけるため十分かまげながら現像し、得たネガ像は上記の濃度計で測定し、得た直接撮影の光楔像の濃度曲線および転像管を経て撮影した光楔像の濃度曲線より等しい濃度を与える光楔の階段差より変換能率を求めた結果 ME 1200AA ME 1200 CA 共に約  $1/100$  となった。この値は転像管印加加電圧、使用レンズの分光透光率、フィルム分光感度、光源の分光エネルギー分布の函数である。変換能率が前記の値より低いのは転像管の種類之差と、本転像管の螢光面特性が残光 Quenching 型であるためと思われる。管の種類によつては能率が 1 より大きいものもある。光電子流偏位用外部磁界コイルは径 3mm の二重綿巻線 7 回半矩形 (100mm $\times$ 70mm) 2 個を転像管両側面に固定したものでセラミックコンデンサー 1,000 pF と直列に結線し 807 P.P. の自動ハートレイ発振器のタンクコイルに兼用する。Fig. 3 に回路を示す。

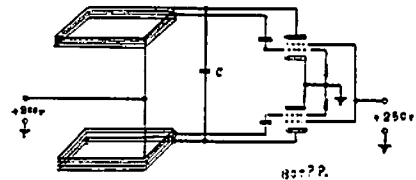


Fig. 3 Rippler

発振器に直列に入れた高周波電流計は 7A を示した。このとき螢光面上の像の振幅は約 5mm であつたが、近くの金属部分品のため完全な直線振動ではなく細い長円となつた。そのため後出の写真に示すように定常進行発光点は正弦波でなくサイクロイド的軌跡となつたが測定には別に支障はない。この発振周波数は動作安定後 JJY 電波で校正した信号発生器の出力とのリサージュ形を観察して 1,174KC であつた。周波数変換のためにタンクコンデンサーを附加した所、寄生振動の発生が見られたので別容量の単一コンデンサーに置換することにした。

供試薬は極小量で爆発させ易い起爆薬を採用し、この粉末を軟鋼板上に掘つた凹形溝 (1mm $\times$ 1mm $\times$ 100mm) に手込めて充填し上面を板面に揃え鋼板面を斜上方より見すかす如く対物レンズ前方 30cm に配置した。その薬端に電気雷管用ブリッジ線を埋め、電池により通電加熱して爆発させた。ただし DDNP の場合は  $\text{AgN}_3$  より伝爆させることにした。供試薬は著者等の合成したもので純度は測定していない。また装填密度は必ずしも均一でないと思像される。

測定値は表に、撮影写真例は写真に示す。爆速の不均一性が見られる。

表

薬種	薬長 (mm)	薬量 (mg)	比重	線速 (m/sec)	記事
AgN <sub>3</sub>	42	75	1.06	2,930	上面開放
AgN <sub>3</sub>	74	74	1.32	3,910	〃
PbN <sub>6</sub>	44	74	1.05	2,900	〃
DDNP	47	-	-	2,500	セロハンテープで押える
DDNP	24	-	-	1,650	上面開放

## 4. 考 察

転像管の新しい使用法で数 mg の起爆薬の爆速を簡単に安全に経過を知り乍ら絶対測定することが可能になった。導爆線やダイナマイトの爆速については実施しなかつたが全く同様にして測定できる筈である。この場合縮写率が大きいと発振周波数を適当な低い値に下げる必要があるが、これは極めて簡単である。またもし原寸大に光電面に投影し、普通の集中定数回路で無理なく実現できる高い周波数として 30 MC の掃引発振を採用するならばリップル波長（光電面での実値、蛍光板ではこの数倍となりフィルム上記録では光電面での値に近い）1 mm のとき 30 km/s、波長 5 mm のとき 150 km/s、波長 10 mm のときすなわち全視野に 2 波長程度現はれるとき 300 km/s の速度が測定可

能の筈である。

本実験では静止時の解像値がカタログ値(20本/mm)と一致してしているので本実験の自作の安定電源が一応使用できることを示している。

本法の欠点としては特にはないが、現状では比較的高価の転像管を要することである。小型で廉価の 1P25 型転像管は最近国産品が開発された。性能は落ちるが使用可能であろう。

## 文 献

- 1) V. K. Zworykin: Photoelectricity p. 155 (1949).
- 2) A. W. Hogan: J.S.M.P.T.E. 56, 635 (1951).  
F. C. Gibson, M. L. Bowser, C. W. Ramally, F. H. Sott, R. S. I. 25, 173 (1954).  
B. R. Linden, P. A. Snell: Proc. I. R. E. 45, 513 (1957).  
W. O. Reed W. F. Nikla: J.S.M.P.T.E. 68, 1 (1959).
- 3) J. S. Courtney-Pratt: Proc. Roy. Soc, 204A, 27 (1950).
- 4) R. A. Chippendale: 第 3 回国際高速変写真会議 記事 p. 116 (1957).

## Measurements of Detonation Velocities by An Image Converter

Yojiro Mizushima and Keiya Hirokawa

An image converter tube (Mullard ME 1200) was applied to measurements of the detonation velocities of initial explosives by our newly developed ripple method.

Though the tube gives only a straight line on its fluorescent screen as an image of a trace of detonation head of explosive of a linear form under a normal static operation, it can give a continuous ripple when a high frequency magnetic field is applied to the tube perpendicularly to its axis.

Interval between peaks of the ripple is a linear function of magnification of its optical and electron-optical system, frequency of the applied magnetic field and the detonation velocity.

From the above relations the detonation velocities can be easily, accurately and absolutely determined.

The advantages of the method are (1) possibility of determining the extremely high velocities (up to 300 km/sec.) (2) safety of handling of dangerous explosives owing to the unnecessary of using large quantities.

Fig. 1 is a block diagram.

Fig. 2 shows the continuous deflecting system.

Fig. 3 shows circuits of stabilized current and voltage supplies.

A table shows results of a few explosives as an example.

A photograph is a copy of a ripple trace.