

大藥徑平面衝擊波發生裝置

加藤一成*, 吉田正典**, 藤原修三**

固体爆薬による爆薬レンズ型あるいはマウストラップ型の大薬径平面衝撃波発生装置を製作し、これにより直径200mm及び400mmのブースタ爆薬を平面精度良く起爆させ、その爆轟ガスによりアルミニウム板を約3 km/sで飛翔させる装置を開発した。通産省主催の昭和59～61年度火薬類の保安技術実験において、この装置を利用して、コンボジット推進薬の起爆感度試験を実施した。

1. 緒言

含水爆薬や推進薬のように比較的低感度の火薬類に関しては、大薬径での衝撃感度データの蓄積が必要となる。この場合、試料に精度良く平面衝撃波を入射させることが必要であるが、大薬径で高精度の平面衝撃波発生装置はあまり実用化されていない。また、このような大薬量の感度試験は、野外で実施され、悪天候でも実施される。従って、平面衝撃波発生装置も組立てが簡単で、悪天候でも使用できるものでなければならない。更に、取扱上および試験結果の評価上、低

薬量であることが望ましい。

簡便さの点から固体爆薬を用いることとし、薬量の点から爆薬レンズ型とマウストラップ型とを検討した。

2. 実験方法および結果

2.1 爆薬レンズ型

2.1.1 構造

Fig. 1に示すように、内・外面をニス塗りした紙製のケース（厚さ1mm）の内側に日本油脂製のエマルジョン爆薬を、外側に旭化成工業製のシート爆薬SEPを装填した。SEPの直径200mmでの爆速を実測し

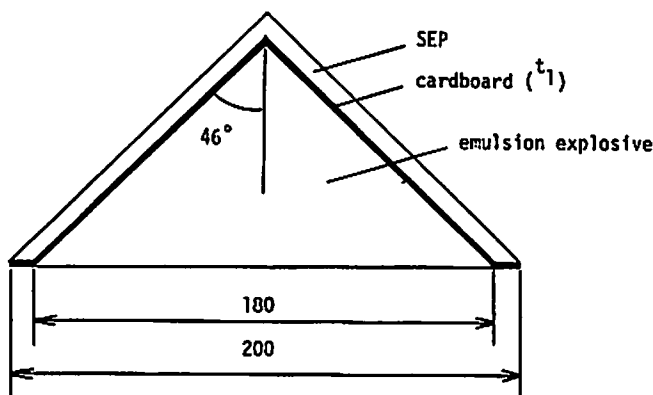


Fig. 1 Explosive lens

1992年9月3日受理

*日本油脂株式会社 武豊工場
〒470-23 愛知県知多郡武豊町字北小松谷61
TEL 0569-72-1954

****化学技術研究所安全化学部爆発化学課**
〒305 茨城県つくば市東1-1
TEL 0298-54-4789

たところ6930 m/sであったので、エマルジョン爆薬の爆速が $6930 \times \cos 46^\circ = 4810$ m/sとなるようにガラスマイクロバルーンの量を調整した。

2.1.2 平面性のチェック

爆薬レンズの平面性をチェックするために、高速流
しカメラ（日立SP-1、流し速度2 km/s）を用いて自

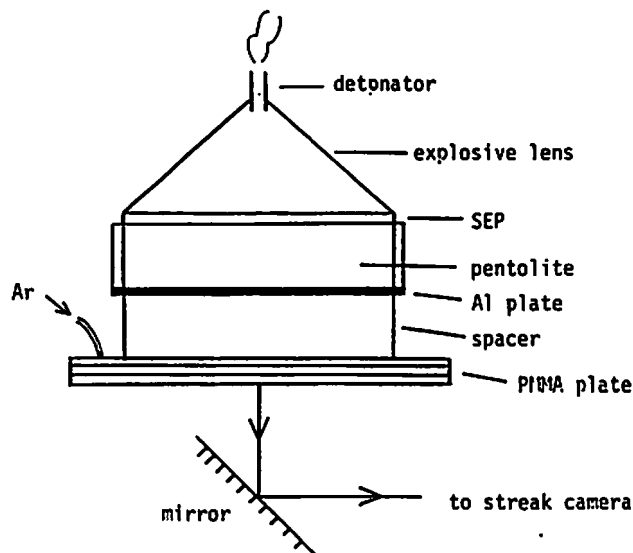


Fig. 2 Schematics of experimental setup

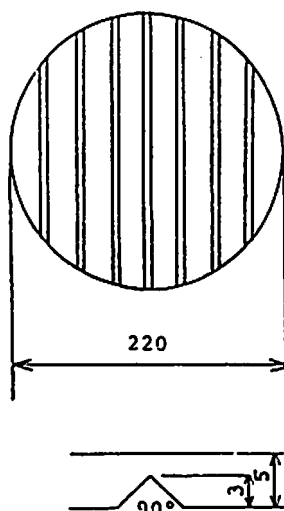


Fig. 3 Flying plate with groove

発光を記録した。解析の結果、中央部が速くなっているが、 $0.19\mu\text{s}$ の差であり良好な平面性を有しているといえる。

2.1.3 飛翔板速度の測定

爆薬レンズにより、SEP(直径200mm、厚さ5mm)、ペントライト(中国化薬製、塩ビ管VU200に装填、高さ50mm)と順次平面起爆させ、その爆轟ガスによりアルミニウム1100板(直径220mm、厚さ5mm)を飛翔させる。Fig. 2に示すように、50mm飛翔後に厚さ3、5、5mmの3層からなるPMMA板に、飛翔板を衝突させる。各層間にはアルゴンガスを封入しておき、衝撃波が通過する際の発光を高速流しカメラ(Cordin

モデル116、ミラー回転速度4km/s)で記録した。

得られた流し写真を解析した結果によれば飛翔板の有効径が140mm、平面精度が $\pm 0.42\mu\text{s}$ ($\pm 1.44\text{mm}$)であった。PMMA中の衝撃波速度が6.12km/sと求まったので、PMMA(密度1.18g/cm³)の衝撃特性データから、粒子速度2.18km/s、衝撃波圧力15.8GPaとなる。従ってインピーダンス不整合法により飛翔板速度は3.42km/sと求められる。

また、Fig. 3に示すように飛翔板に7本の溝を切り、ジェットを発生させるようにした状態で、同様の測定を行ったところ、ジェッティング速度4.1km/sが得られた。

2.2 マウストラップ型

2.2.1 構造

爆薬レンズ型では薬量が多いので、感度試験に使用して爆風圧などの発生エネルギーを測定する場合には試料から発生するエネルギーよりも大きくなることがあり、不都合が生じる。そこで、比較的小薬量で平面衝撃波が得られるマウストラップ型を検討した。構造をFig. 4に示す。

SEP(2)が一様に起爆されるようにSEP(1)との最適角度 α を求める実験をFig. 5に示す装置で行った。SEPの爆速を D 、PMMA中の衝撃波速度を V とすると、

$$D/V = \sin(\theta - \alpha) / \sin \alpha$$

となる。 $\theta = 30^\circ$ にセットして試験した結果、 $D = 6.72\text{mm}/\mu\text{s}$ 、 $V = 6.00\text{mm}/\mu\text{s}$ となり、 $\alpha = 14^\circ$ が得られた。

2.2.2 平面性のチェック

Fig. 6に示す装置で $250 \times 200 \times 7$ のSEPを起爆して、アルゴンフラッシュにより平面性を確認した。 X

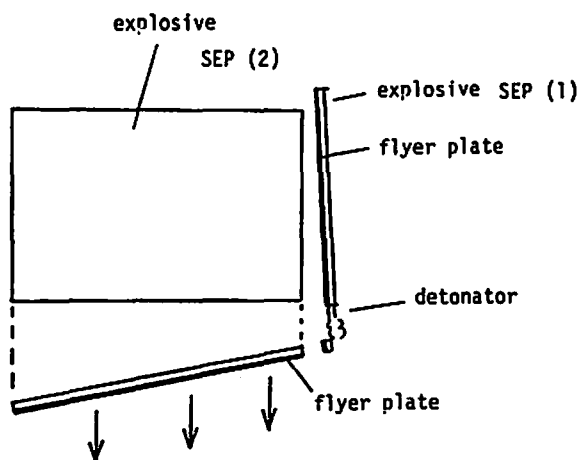


Fig. 4 Mouse trap

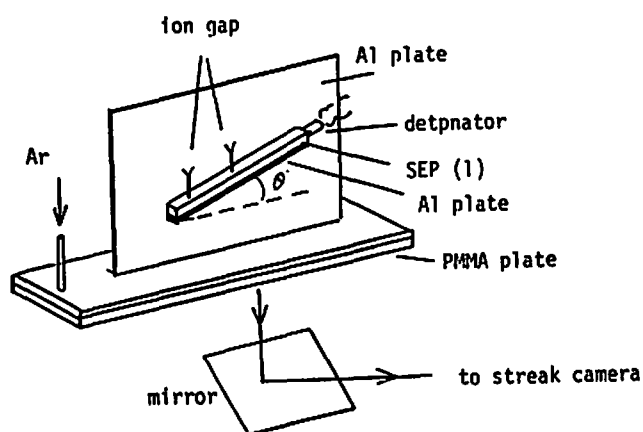


Fig. 5 Schematics of experimental setup

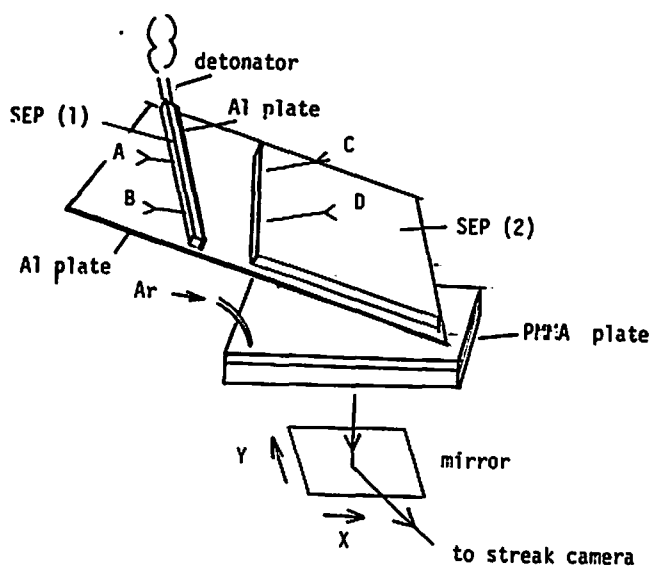


Fig. 6 Schematics of experimental setup

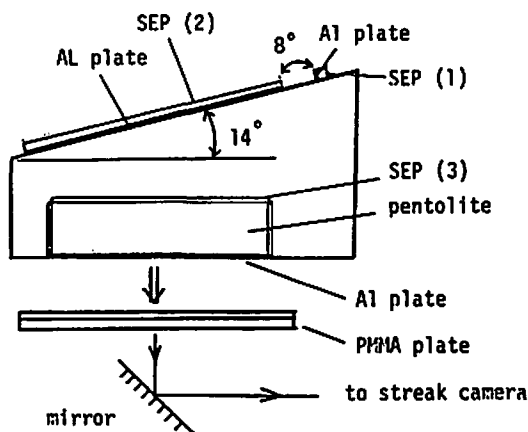


Fig. 7 Schematics of experimental setup

方向の平面性は $\pm 0.5 \sim 1 \mu\text{s}$ と良好であるが、Y方向が良くない。イオンギャップのCDの測定結果からも、Dの方が $5 \sim 9 \mu\text{s}$ 早く起爆している。

これは、SEP(1)により飛翔するアルミニウム板よりも、SEP(1)の下にあるアルミニウム板を伝わる衝撃波がD点付近では早く伝わるためと考えられる。

そこで、SEP(1)とSEP(2)のなす角度を調整し、 8° と決定した。SEP(2)とブースタ爆薬とのなす角度は 14° とした。

2.2.3 飛翔板速度の測定

マウストラップにより、SEP(直径200mm、厚さ5mm)、ペントライト(塩ビ管VU200に装填、高さ30mm)と順次平面起爆させ、アルミニウム板を飛翔させる。Fig. 7に示すように飛翔板を50mm飛翔させ3層から成るプラスチック板に衝突させる。2層のアルゴンギャップ(厚さ約 $100 \mu\text{m}$)はそれぞれスリット(巾2mm)により3本とし、衝撃波による閃光を流しカメラ(Cordinモデル116、流し速度4km/s)で記録した。

アルゴンの閃光による跡は6本記録される。同一層の3本の時間差を測定することで平面性を確認し、2層の時間差を測定することで飛翔板速度が求められる。

有効径は約100mmで平面精度は $\pm 1 \mu\text{s}$ であった。PMMA中の衝撃波速度が5.4km/sとなったので、インピーダンス不整合法により、飛翔板速度を求めると2.6km/sとなった。

2.3 計算値との比較

Gurneyの式

$$V_0 = \sqrt{2E} \sqrt{\frac{3C/M}{5 + 4M/C + C/M}}$$

$$\frac{C}{M} = \frac{\rho_c \cdot t_c}{\rho_M \cdot t_M}$$

ここで V_0 飛翔板速度

E 爆薬の内部エネルギー

ρ_c, t_c 爆薬の密度、厚さ

ρ_M, t_M 飛翔板の密度、厚さ

を用いて、飛翔板速度の計算値を求めると、

(爆薬レンズ型)

$$\sqrt{2E} = 3200 \text{ m/s}, C/M = 4.96 \text{ から } V_0 = 3760 \text{ m/s}$$

(マウストラップ型)

$$\sqrt{2E} = 3200 \text{ m/s}, C/M = 3.14 \text{ から } V_0 = 3200 \text{ m/s}$$

となり、実験値は計算値のそれぞれ91、80%である。

このように、マウストラップ型は200mm×7mm厚のSEPを一様に起爆させるのが難しく、飛翔板の平面性および飛翔速度がばらつき、低下し易いと考えられる。

3. 結 言

爆薬レンズ型あるいはマウストラップ型の平面衝撃波発生装置により、爆薬を精度良く平面起爆させ、その爆轟ガスによりアルミニウム板を飛翔させる装置を作製した。飛翔板の有効径は100~140mmと大きく、かつ、平面精度が $\pm 0.4 \sim 1.0 \mu\text{s}$ と高く、飛翔速度が2.6~3.4km/sである。

昭和59~61年度通産省主催保安技術実験において、この高速飛翔装置を用いて、コンボジット推進薬の大薬量衝撃感度試験が行われた。なお、60~61年度は、本装置のマウストラップ型の相似形で直径400mmのアルミニウム板を飛翔させる装置が作製され、使用された。

Large diameter plane shock wave generator

by Kazushige KATO* Masatake YOSHIDA** and Shuzo FUJIWARA**

The large diameter plane shock wave generators (explosive lens type and mouse trap type) were designed and manufactured. The booster explosives having a diameter of about 200mm and 400mm could be initiated by these shock wave generators with good accuracy, and the aluminum plates could be driven at a speed of about 3 km/s by the gaseous products of booster explosives. Both size of the apparatus were used to initiate composite propellants in the experiments of safety technic of explosives and propellants which were held under the auspices of the Ministry of International Trade and Industry from 1984 to 1986.

(*NOF Corporation, Aichi works, Taketoyo plant, Kitakomatsudani,
Taketoyo-cho, Chita-gun, Aichi 470-23,

**Safety Chemistry Division, National Chemical Laboratory for Industry, 1-1,
Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305)

工 業 火 薬

第53巻 第6冊 通巻 268号



1992年12月20日印刷 (隔月刊)

1992年12月25日発行

発行所 社団法人 工業火薬協会

会長 福山郁生

〒103 東京都中央区日本橋2-3-21

(群馬ビル) 日本火薬工業会内

電話 03 (3271) 6715~7

振替東京8-146724

西部支部

〒804 北九州市戸畑区仙水町1-1
九州工業大学工学部物質工学科
応用化学コース内

電話 093 (871) 代表 1931
5831 内線 446

編集兼発行人 福山郁生

編集部 東京大学工学部反応化学科

〒113 東京都文京区本郷7-3-1

電話 03 (3812) 2111 内線7291, 7383

FAX 03 (5800) 6871

印刷所 (有) 石川印刷

〒162 東京都新宿区河田町7番7号

電話 03 (3351) 3111 (代)

FAX 03 (3351) 3113