



## 振子摩擦試験機による火薬類の摩擦衝撃感度の測定 (第5報)

### 鈍感な火薬類に加わる衝撃力の測定

進江和夫\*

振子摩擦試験機のアンビル上に鈍感な爆薬を置いて、試料に加わる力の測定を行った。ひずみ、加速度、衝撃時間、衝撃力、力積等を、加速度計とひずみゲージを用いて、接線および法線方向について求めた。

#### 1. 緒言

筆者らは振子摩擦試験機について、第1報<sup>1)</sup>ではその機械的特性を調べ、第2報<sup>2)</sup>で火薬類の発火感度に及ぼす要因の検討を行った。さらに、第3報<sup>3)</sup>では各種火薬類について、振子摩擦試験機による摩擦衝撃感度の測定を行い、第4報<sup>4)</sup>ではこのようにして求められた測定値の数値化を試みた。

本報では、アンビル上に爆薬が存在するが、爆発しない場合について、試料に加わる力の測定を行った。加速度測定については、第1報<sup>1)</sup>で既に空打ちの場合の報告を行っているが、更に本報では新たにひずみ測定を行い、試料に加わる衝撃力を求めた。

本報における記号は次の通りである。

- $A_c$  : 接触面積 ( $\text{cm}^2$ )
- $A_n$  : ひずみ波形の面積 ( $\text{N} \cdot \text{s} / \text{div}^2$ )
- $a_m$  : 接線方向の最大加速度 ( $g$ )
- $a_{m(i)}$  :  $i$  振れ目の最大加速度 ( $g$ )
- $E$  : ヤング率 ( $\text{N} / \text{mm}^2$ )
- $F$  : 最大接線力 ( $\text{N}$ )
- $g_n$  :  $9.80665 \text{ m} / \text{s}^2$
- $H$  : 落高 ( $\text{m}$ )
- $i$  : 振れ数
- $M$  : 荷重の質量 (分銅量+振子棒等) ( $\text{kg}$ )
- $n$  : 試験回数
- $P$  : 接線方向の力積 ( $\text{N} \cdot \text{s}$ )

$P_{\text{master}1}$ : レバー式万能材料試験機の荷重を  $\text{kg}$  で表示 ( $\text{kg}$ )

$P_{\text{master}2}$ : レバー式万能材料試験機の荷重を  $\text{N}$  で表示 ( $\text{N}$ )

$P_m$  : 法線方向の最大圧力 ( $\text{N} / \text{mm}^2$ )

$P_n$  : 法線方向の力積 ( $= A_n \times Y_{d10} \times X_{d10}$ ) ( $\text{N} \cdot \text{s}$ )

$T_c$  : 空打ち時の摩擦板とアンビルの接触時間 ( $\text{ms}$ )

$T_p$  : 衝撃持続時間 ( $\text{ms}$ )

$X_{d10}$  : オシロスコープブラウン管の X 軸 1 目盛 ( $\text{s} / \text{div}$ )

$Y_{d10}$  : オシロスコープブラウン管の Y 軸 1 目盛 ( $\text{N} / \text{div}$ )

$W$  : 摩擦板の幅 ( $\text{cm}$ )

$\epsilon_m$  : 法線方向の最大ひずみ ( $\mu$ )

$\epsilon_{m(i)}$  :  $i$  振れ目の最大ひずみ ( $\mu$ )

$\tau$  : 立ち上り時間 ( $\text{ms}$ )

#### 2. 実験装置及び方法

##### 2.1 振子摩擦試験機

本装置の詳細は、第1報に述べたので省略する。

##### 2.2 加速度及びひずみの測定

接線方向の加速度変化は第1報<sup>1)</sup>と同様に PCB 社 303 A 02 加速度計を使用して測定した。最大接線力  $F$  は荷重と最大加速度  $a_m$  の積から、力積  $P$  は波形の面積分により求めた<sup>1)</sup>。

法線方向のエネルギー測定のため、半導体ひずみゲージ (共和電業 KSP-2-E4, ゲージ率 120) をアンビル中央部側面に接着した。この位置は観察から推定すると最も打撃が強いと思われる。打撃が加わらない予備のアンビルにダミーゲージを張り温度変化の影響を除いた。ひずみは、動ひずみ測定器 (共和電業 C DV-1A) からデジタルメモリー (岩通 DM-7100) を介して、オシロスコープ (岩通 SS-4500) 上に画

昭和60年12月6日受理

\*防衛大学校化学教室

〒239 横浜賀市走水 1-10-20

TEL 0468-41-3810 内線 2409

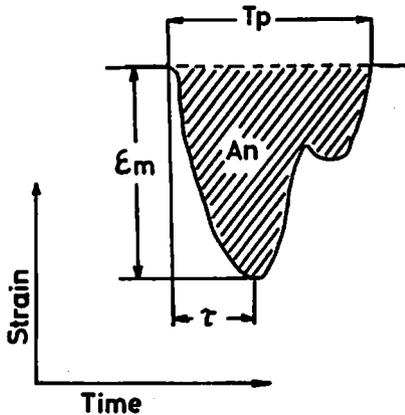


Fig. 1 A diagram illustrating a strain wave by a blank hit

$A_n$  : Area of strain  
 $T_p$  : Period of impact  
 $\epsilon_m$  : Maximum strain  
 $\tau$  : Rising time

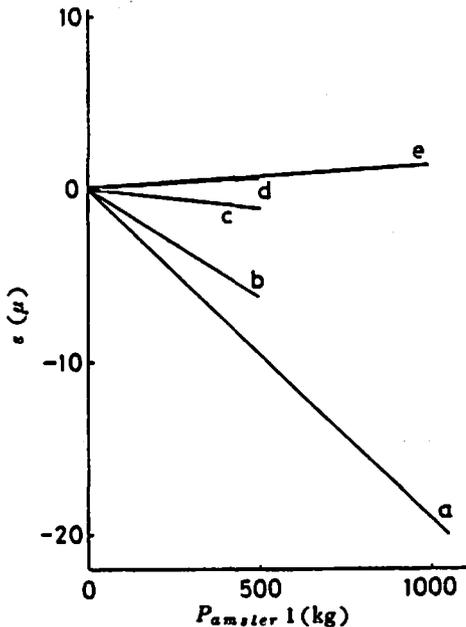


Fig. 2 Correlation of strain with pressure

$\epsilon$  : Strain  $P_{\text{amber 1}}$  : Pressure  
 For a through d : The plate widths were 8, 6, 4, and 2 cm, respectively.  
 The pressure point was located at 0 cm from the strain gauge.  
 For e : The pressure point was located at 2.5 cm away from the strain gauge and the plate width was 8 cm.

かれた波形により解析した。

法線方向のひずみ波形 (Fig. 1) から、最大ひずみ

$\epsilon_m$ , 立ち上がり時間  $\tau$ , 衝撃持続時間  $T_p$  を求め、さらにプランメータによる図積分で斜線部分の面積  $A_n$  をだして、力積  $P_n$

$$P_n = A_n \times Y_{dtv} \times X_{dtv} \quad (1)$$

を計算した。ここで  $Y_{dtv}$  はオシロスコープブラウン管の Y 軸 1 目盛の単位で今回は力 (N),  $X_{dtv}$  は X 軸 1 目盛の単位で今回は時間 (s),  $Y_{dtv} \times X_{dtv}$  は 1 ます当りの力積 (N・s) である

最大圧力  $P_m$  は、ひずみゲージを接着したアンビルのヤング率  $E$  より

$$P_m = E \times \epsilon_m \quad (2)$$

で求まる。本実験で用いたアンビル自体の  $E$  は不明のため、類似の鋼鉄の  $E = 2.1 \times 10^4$  (kg/mm<sup>2</sup>) =  $2.059 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)<sup>5)</sup> を用いた。

なお、ひずみ測定結果はゲージ率によって正負の意味が異なるので、本実験では伸びを正、縮みを負で表示した。

### 2.3 ひずみと荷重の関係

本研究のような条件における鋼柱測面のひずみ測定例はないので、ひずみと荷重の関係を調べた。本実験ではレバー式万能材料試験機 (アムスラー型、藤井精機、最大荷重 5000 kg) の耐圧盤上にアンビルを置き、上に摩擦板をつけたシュー部 (質量 5.62 kg) をのせ、荷重を加え、アンビルの中心の側面に接着した温度保証付半導体ひずみゲージ (共和電業 KSN-2-E4-11, ゲージ率  $95 \pm 3\%$ ) で測定を行った。シュー部はアンビルの中心または中心より 2.5 cm 離れた位置に置き、 $W$  が 8, 6, 4, 2 cm について荷重を加えた。レバー式万能材料試験機の荷重は全接触面積に対するものなので、接触面積を  $A_c$  (cm<sup>2</sup>) とし、 $P_m$  (N/mm<sup>2</sup>) と  $P_{\text{amber 2}} / A_c$  (N/mm<sup>2</sup>) が一致するものと仮定すると、

$$A_c = P_{\text{amber 2}} / P_m \times 100 \quad (3)$$

となり、 $A_c$  が求まる。

### 2.4 接触時間の測定

加速度計は、振子棒の細かな振動を常に検出するため、摩擦板とアンビル接触の開始点と終点が不明確になる。そこで摩擦板とアンビルが接触中に電流が流れるようにして接触時間  $T_c$  をした。

### 2.5 試料

ANFO, プリル硝安及びスラリー爆薬 (アイレイト) は、商品状態で用いた。TNT はフレーク状または粉碎し、 $\sim 32, 32 \sim 48, 100 \sim$ メッシュにふるい分け後、45°C, 24時間真空乾燥したものをを用いた。

## 3. 結果

### 3.1 荷重とひずみの関係

レバー式万能材料試験機による、摩擦板の幅 8 cm,

Table 1 An analysis of the strain at the first shoe swing (for the case without any explosive sample on the anvil)

M (kg)	H (m)	T <sub>c</sub> (ms)	ε <sub>m</sub> (μ)	τ (ms)	T <sub>p</sub> (ms)	P <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	P <sub>n</sub> (N·s)	P <sub>amster</sub> 1 (kg)	P <sub>amster</sub> 2 (N)	A <sub>c</sub> (cm <sup>2</sup> )
42.11	2.0	5.63±0.45	-13.6±1.4	1.10±0.16	4.46±0.10	2.80±0.28	18.97±0.82	710±77	6958±754	24.9
	1.5	11.56±0.91	-7.6±0.4	1.16±0.07	4.16±0.31	1.57±0.09	6.82±0.40	398±25	3907±245	24.9
	1.0	13.50±1.20	-3.8±0.5	1.33±0.37	3.66±0.41	0.82±0.11	4.00±0.80	201±30	1974±296	24.1
52.17	2.0	5.72±0.39	-16.8±0.8	1.08±0.07	4.69±0.16	3.46±0.15	20.59±1.44	876±46	8586±449	24.8

The number of experiments was 10.

The width of stainless steel plate was 8cm.

A<sub>c</sub> : Contact area of the stainless steel plate

H : Fall height

M : Weight of the pendulum

P<sub>amster</sub> 1 : Pressure in kg

P<sub>amster</sub> 2 : Pressure in N

P<sub>m</sub> : Maximum pressure

P<sub>n</sub> : Impulse

T<sub>c</sub> : Contact period of the anvil and the stainless steel plate

T<sub>p</sub> : Period of impact

ε<sub>m</sub> : Maximum strain

τ : Rising time

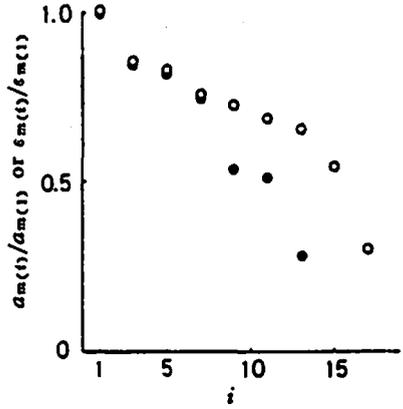


Fig. 3 Correlation of  $a_{m(i)}/a_{m(1)}$  or  $\epsilon_{m(i)}/\epsilon_{m(1)}$  with  $i$

○ :  $a_{m(i)}/a_{m(1)}$  ● :  $\epsilon_{m(i)}/\epsilon_{m(1)}$

$a_{m(1)}$  : Maximum acceleration at 1st swing

$a_{m(i)}$  : Maximum acceleration at  $i$  swing

$i$  : Number of swing

$\epsilon_{m(1)}$  : Maximum strain at 1st swing

$\epsilon_{m(i)}$  : Maximum strain at  $i$  swing

6 cm, 4cm, 2cm, 中心より 2.5cm の位置に 8 cm の摩擦板で荷重をかけた場合のひずみを Fig. 2 に示した。摩擦板の幅が 8 cm ~ 4 cm の場合、ひずみ量は荷重に比例して増加したが、摩擦板の幅が狭くなると、単位荷重当りのひずみ量は減少し、2 cm 幅ではアンビル側面は縮みから伸びに変わった。ひずみゲージから 2.5cm の位置に荷重点を移動させると、8 cm 幅でも伸びとなり、荷重によるひずみ変化は非常に小さくなった。なお、これらの直線の相関係数は、a ~ d がいずれも 0.99 以上で、e は 0.93 であった。

### 3.2 空打ちにおけるひずみと加速度

Table 1 に空打ちで、 $M$  と  $H$  を変えた場合の、一振り目におけるアンビルのひずみを示した。 $\epsilon_m$ ,  $\tau$ ,  $T_p$  がその測定値である。 $\epsilon_m$  は落高によって大きく変化し、質量によっても若干変化する。 $\tau$  と  $T_p$  はこれらの要因で変化しない。また、(1)式と(2)式により求めた  $P_n$ ,  $P_m$  ならびに Fig. 2 から求めた  $P_{amster}$  1, 2 も Table 1 に示した。これらの値は落高が高くなるほど、質量が大きくなるほど、大きくなった。振り子の質量  $M$  42.11 kg, 落高  $H$  2 m, 摩擦板の幅  $W$  8 cm の空打ちにおける、最大加速度  $a_m$  および最大ひずみ  $\epsilon_m$  と振れ数  $i$  の関係を Fig. 3 に示した。測定は、奇数振れのみについて行った。1振り目の  $a_m$  及び  $\epsilon_m$  を 1 とし、各振れごとの変化を示している。 $a_m$ ,  $\epsilon_m$  とともに  $i$  の増加とともに減少したが、特に 1振り目と 3振り目の差が大きく、また、18振り目に近づくと再び大きく減少した。

Table 2 An analysis of the acceleration with 42.11 kg weight

Explosives	$a$ (g)	$\tau$ (msec)	$T_p$ (msec)	$F$ (N)	$P$ (N·s)
TNT (flake)	8.2±1.1	0.88±0.14	4.51±0.35	5400±740	10.9±1.4
TNT (~32 mesh)	8.9±2.0	1.22±0.07	6.10±0.43	5980±1340	12.6±3.8
TNT (32~48 mesh)	10.7±2.1	1.80±0.17	6.46±0.06	7070±1420	12.8±3.5
TNT (48~100 mesh)	4.4±0.6	1.05±0.15	6.48±0.22	2900±380	12.6±1.7
TNT (100~ mesh)	5.4±1.6	0.95±0.34	4.82±0.21	3550±1030	9.0±3.0
ANFO	10.6±1.7	1.66±0.11	5.17±0.48	7030±1140	15.5±1.8
Prilled AN	10.3±1.2	1.53±0.15	6.77±0.92	6800±790	21.2±2.2
Slurry	9.8±2.8	1.63±0.23	4.84±0.52	6460±1880	13.3±2.5

H: 2 m, W: 8 cm, n: 5

$a_m$ : Maximum acceleration

F: Force of impact

P: Impulse

n: Number of experiments

Table 3 An analysis of the acceleration with 52.17 kg weight

Explosives	$a_m$ (G)	$\tau$ (msec)	$T_p$ (msec)	$F$ (N)	$P$ (N·s)
TNT (flake)	7.0±1.6	1.17±0.27	4.79±0.88	4620±1080	10.8±2.6
TNT (~32 mesh)	7.6±1.4	1.11±0.30	5.28±0.64	5010±910	12.9±2.1
TNT (32~48 mesh)	12.6±4.0	2.20±1.12	5.50±0.43	8350±2640	13.5±2.9
TNT (48~100 mesh)	7.5±0.6	1.50±0.67	4.64±0.92	5690±420	12.6±3.1
TNT (100~ mesh)	8.2±2.2	0.81±0.21	4.32±0.40	6240±1650	11.5±2.3
ANFO	12.6±2.4	0.77±0.17	4.21±0.51	8300±1560	17.1±3.5
Prilled AN	12.5±2.5	1.00±0.13	4.74±0.21	8290±1640	22.5±2.9
Slurry	8.7±2.3	1.00±0.16	3.08±0.24	5750±1550	15.3±3.6

H: 2 m, W: 8 cm, n: 5

### 3.3 空打ちにおける接触時間

空打ち時の摩擦板とアンピルの接触時間  $T_c$  を Table 1 に示した。落高  $H$  が低くなると、 $T_c$  は長くなった。質量  $M$  による影響も実験範囲内では認められなかった。

### 3.4 試料のある場合の加速度

試料爆薬がある場合の、 $M$  42.11 kg と 52.17 kg,  $H$  2 m,  $W$  8 cm における加速度計による測定値、 $a_m$ ,  $\tau$ ,  $T_p$  を Table 2 と 3 に示した。概して、TNT より ANFO, プリル硝安, 含水爆薬の方が  $a_m$  が大き

かった。TNT では、32~48メッシュで  $a_m$  が最大となった。 $\tau$  と  $T_p$  は試料による差があまり認められなかった。

Table 2, 3 には、 $F$  と  $P$  の計算値も示した。試料の存在する場合、衝撃力と力積は、 $M$  42.11 kg では、空打ちに対して  $F$  は 27~67%,  $P$  は 43~102%,  $M$  52.17 kg では、 $F$  26~47%,  $P$  38~79% となり、試料の存在により  $F$  と  $P$  は減少した。

### 3.5 試料のある場合のひずみ

試料爆薬がある場合のひずみ測定は、加速度測定と

Table 4 An analysis of the strain with 42. 11 kg weight

Explosives	$\varepsilon_m$ ( $\mu$ )	$\tau$ (ms)	$T_p$ (ms)	$P_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$P_n$ (N·s)	$P_{amster 1}$ (kg)	$P_{amster 2}$ (N)	$A_c$ (cm <sup>2</sup> )
TNT (flake)	-11.8±0.8	1.17±0.31	5.37±0.65	2.44±0.16	17.9±2.1	616±46	6043±449	24.8
TNT (~32mesh)	-11.2±1.9	1.47±0.06	6.62±0.62	2.31±0.39	23.1±0.6	585±103	5738±1008	24.8
TNT (32~48mesh)	-11.2±1.5	1.99±0.28	7.37±0.47	2.30±0.32	23.8±0.9	585±82	5738±805	25.0
TNT (48~100mesh)	-12.9±0.8	1.49±0.06	7.07±0.27	2.66±0.16	21.2±0.6	673±46	6603±449	24.8
TNT (100~mesh)	-14.0±0.8	1.11±0.13	5.09±0.58	2.88±0.17	18.2±1.2	730±46	7162±449	24.9
ANFO	-14.5±0.4	2.16±0.33	6.27±0.74	2.97±0.09	21.1±1.2	756±25	7417±245	25.0
Prilled AN	-10.7±0.6	2.33±0.30	8.19±1.15	2.19±0.13	18.5±2.3	559±35	5484±347	25.0
Slurry	-10.9±2.5	1.87±0.43	5.46±0.45	2.25±0.51	12.8±3.1	570±134	5586±1313	24.1

H: 2 m, W: 8 cm, n: 5

Table 5 An analysis of the strain with 52. 17 kg weight

Explosive	$\varepsilon_m$ ( $\mu$ )	$\tau$ (ms)	$T_p$ (ms)	$P_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$P_n$ (N·s)	$P_{amster 1}$ (kg)	$P_{amster 2}$ (N)	$A_c$ (cm <sup>2</sup> )
TNT (flake)	-11.6±0.4	1.52±0.51	4.75±0.52	2.38±0.09	12.97±3.11	606±25	5942±245	25.0
TNT (~32mesh)	-10.3±1.3	1.12±0.32	6.00±0.78	2.11±0.26	22.01±1.87	538±72	5280±703	25.0
TNT (32~48mesh)	-11.3±2.3	1.86±1.12	5.51±0.46	2.32±0.47	25.06±2.07	590±124	5789±1212	25.0
TNT (48~100mesh)	-11.0±0.7	1.70±0.66	5.75±0.27	2.27±0.14	23.90±1.03	575±41	5636±398	24.8
TNT (100~mesh)	-11.9±1.7	1.06±0.39	4.87±0.55	2.45±0.35	21.06±1.65	621±92	6094±906	24.9
ANFO	-15.4±1.5	0.95±0.13	4.71±0.40	3.17±0.30	25.15±1.44	803±82	7874±805	24.8
Prilled AN	-14.5±2.2	1.17±0.08	5.13±0.13	2.98±0.46	21.89±1.24	756±118	7417±1161	24.9
Slurry	-12.1±1.8	1.09±0.20	3.55±0.09	2.49±0.37	18.17±2.27	632±98	6196±957	24.9

H: 2 m, W: 8 cm, n: 5

同条件で行い、Table 4 と 5 に示した。測定値は  $\epsilon_m$ ,  $\tau$ ,  $T_p$  で、これらの値より  $P_m$ ,  $P_n$ ,  $P_{ammer 1,2}$  を計算し、表に記載した。

$\epsilon_m$  は、M42.11kg では TNT 48~100メッシュと ANFO, M52.17kg では ANFO とプリル硝安が大きくなった。

$\epsilon_m$  は、試料を置くと M42.11kg では、空打ちの場合の 79~107%, 52.17kg では 61~92% となり、試料の存在により  $\epsilon_m$  が小さくなる場合が多かった。逆に、 $\tau$  と  $T_p$  は多くの場合若干増加した。

#### 4. 考察

##### 4.1 空打ちにおけるひずみ

荷重とひずみの関係を示す Fig. 2 で、摩擦板の幅が狭くなると、荷重の増加により、ひずみ負(縮み)で増大する場合から、正(伸び)で増大する場合へと変化することが示された。これは次のように考えられる。Fig. 4 において、摩擦板の幅が 8 cm の場合には、アンビルと摩擦板の接触は、アンビルの側面にまで及んでいるので、荷重により縮みが測定される。しかし、2 cm 幅の摩擦板の場合、アンビルの中央付近が圧縮されて、外側は伸びたのであろう。ゲージから 2.5 cm 離れた位置で荷重をかけた場合にも同様の現象により伸びが観測されたのであろう。したがって、摩擦板の幅が 8 cm の場合が測定値として有効である。

(3)式により接触面積  $A_c$  を計算し、Table 1 に示した。 $A_c$  の値は第 1 報<sup>1)</sup>と大体同じになった。

力積  $P_n$  について 5 kg 落錘試験と比較すると、M42.11kg, H2m は、落錘の落高 73cm, M52.17kg, H2m は落高 85cm に相当した。衝撃持続時間は落錘の数百  $\mu s$  に対して、振子摩擦試験機では数 ms と長い。

##### 4.2 試料のある場合の加速度とひずみ

一般的に、 $a_m$  と  $\epsilon_m$  は ANFO とプリル硝安では、TNT より大きかった。これは、TNT が衝撃を受け、粉碎されアンビル上に硬い薄膜として付着し、衝撃を弱めるのに対し、ANFO, プリル硝安は粒径が大きいため粉碎されずに飛ばされる割合が多いため、空打ちとの差が小さくなったものと思われる。空打ちの場合よりも  $F$ ,  $P$  が小さくなったのは、試料爆薬のクッション効果によるものであろう。

力積を加速度の場合の  $P$  とひずみの場合の  $P_n$  とで比較すると、 $P_n$  の方が大きかった。加速度計は摩擦板の接線方向の加速度変化を測定するため、瞬間的に試料の一点に力がかかり、力がかかる粒子は瞬間、瞬間で変っている。ひずみはアンビルのゲージ上の試料に加えられた力の経過を測定する。従って  $P$  と  $P_n$  は当然異なる筈である。

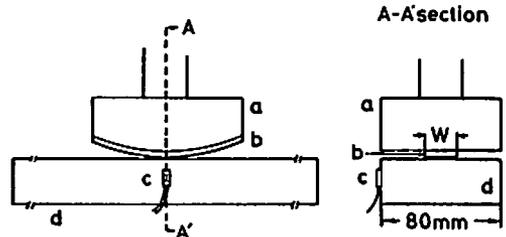


Fig. 4 An illustration of the testing apparatus to measure strain

a: Shoe b: Stainless steel plate  
c: Strain gauge d: Anvil W: Plate width

しかし、加速度の場合の力  $F$  と、ひずみの場合の力  $P_{ammer 2}$  とは大体同じ値を示した。

法線方向の最大圧力  $P_m$  は、試料のある場合、5 kg 落錘試験機の落高 25 cm の最大圧力<sup>1)</sup>の約 20% の 1 であった。振子摩擦試験機の接触面積が落錘試験機よりかなり大きいためと打撃の方向が影響して小さくなるのであろう。

#### 5. 結論

鈍感で爆発しない火薬類をアンビル上に置き、ひずみゲージおよび加速度計を用いて、それぞれ法線及び接線方向の衝撃力の測定を行い、基礎的データを得た。

- (1) アンビルのひずみ量は摩擦板の幅が広いときは荷重に比例して増加し、試料に加わる圧力の測定ができた。
- (2) アンビルの最大ひずみは分銅量または落高の増加とともに増した。
- (3) 試料をアンビル上に置くと、空打ちの場合と比較して、最大加速度、最大ひずみは小さくなり、衝撃の立ち上り時間、衝撃持続時間は長くなった。

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、御協力いただいた自衛隊吉井弾薬支処小川優一氏、防衛大学校中原正二教授に感謝いたします。

#### 文献

- 1) 蓮江和夫, 菊川俊宏, 平野誠司, 小川優一, 森田寧, 門馬達也, 中原正二, 岡崎一正, 工業火薬, 43, 83 (1982).
- 2) 蓮江和夫, 菊川俊宏, 平野誠司, 小川優一, 岡崎一正, 中原正二, 工業火薬, 43, 218 (1982).
- 3) 蓮江和夫, 平野誠司, 小川優一, 岡崎一正, 中原正二, 工業火薬, 44, 69 (1983).
- 4) 蓮江和夫, 菊川俊宏, 平野誠司, 小川優一, 岡崎一正, 中原正二, 工業火薬, 44, 289 (1983).
- 5) 日本化学会, "化学便覧, 応用編", P. 1543 (1980), 丸善, 東京.

---

Pendulum Friction Test for Some Explosives (V)

Measurement of Impact Force for Some Less Sensitive Explosives

by Kazuo HASUE\*

The strain of the anvil was measured by applying a static pressure through an Amsler type testing device. The width of the friction plate ( $W$ ) was 2, 4, 6, or 8cm and the pressure point was located at either 0 or 2.5cm away from the strain gauge. As the results, the strain of the anvil was found to increase proportionally with an increase in the static pressure when  $W$  was 8cm and the pressure point was located directly above the strain gauge. The impact force was measured by an accelerometer and a strain gauge for both cases with and without a sample on the anvil. The strain of the anvil was found to increase proportionally with an increase in the weight and the fall height for the case without a sample on the anvil (blank hit). For the case with a sample on the anvil, the maximum strain, and the maximum acceleration were smaller and the rising time of impact and the impact period were longer when compared to those for the blank hit.

(\*Department of Chemistry, The National Defense Academy, 1-10-20, Hashirimizu, Yokosuka, Kanagawa, 239, Japan.)