

# 起爆薬の感度

(昭和23年6月7日受理)

又木 武一

(帝國火工品製造株式會社川越工場)

## I 緒言

起爆薬の感度は結晶の形により異動す。例へば雷汞に就て考察するに純白色雷汞と工業用灰色雷汞とは、X線寫眞の結果同一結晶構造を有するにも拘らず、前者は鈍感にして後者は鋭感なり。依つて著者は此處に各種の物理的條件を變化せしめ、之に依る感度の影響を理論的に實驗的に検討せんとする。

先ずビエゾ電壓測定用水晶筒の上に雷管(起爆薬を白砂の間に挟みたるもの)を置き、上方より落錘を落下せしめ、雷管が衝撃を受けてより發火に至る迄の發生壓力をオッシュログラフにて測定せり。

最初工業用灰色雷汞 0.02 g を試料とし之を白砂の間に挟み 520 mm の落高より、45 g の鋼球を落下せしめると、衝撃を受けてより  $1/2000$  sec にて壓力は急激に最大 45 kg に達すれども何等爆發現象を生起する事無く、直ちに直線的に壓力降下す。然るに降下途中にて爆發を生起する爲壓力は再び僅に上昇し、2 kg 程度の壓力にて  $1/200$  sec 經過した後壓力の發生止む。次に蜜化鉛も同一經過を辿るが爆發時の發生壓力 6 kg に達し雷汞の約 4 倍なり。今爆薬を起爆せしむるに必要な兩起爆薬の最小限界質量を求むるに前者は後者の 4~10 倍なるを以て上述の比と良く一致す。

一方壓搾せる粉末に衝撃を加へたる場合粉末の破壊現象に関する眞島博士の研究に従へば、粉末は衝撃を受けた瞬間壓力は急激に上昇すれども次の瞬間粉末の一部壓潰せられる爲壓力降下し、其の點にて再び壓力は僅に上昇し、次に又破壊起る爲壓力降下す。即ち壓力の上昇並に降下が繰り返され、時間の經過と發生壓力は鋸齒狀の線を畫きつゝ粉末完全に破壊せらるゝ迄繼續す。上述の起爆薬發火の場合にも之と類似現象起るものと思せば、衝撃を受けたる起爆薬は壓力上昇すれども、次の瞬間結晶壓潰の結果壓力降下し此の際結晶間に激しき摩擦生起せられ、同時に急激なる化學變化起り爆發に至るものと思せらる。以上の實驗に依り起爆薬は衝撃を受けてより  $1/1000$  sec 以内に結晶の壓潰、摩擦に依り爆發する事實を確認せり。

## II 感度曲線の理論的考察

火薬類の感度を示す試験方法として従來行はれた

る落錘感度試験法は單に少數試料に就き感度試験を行ひ、少數試料の全數發火最低落高を完燃點全數不發火の最高落高を不燃點と稱して、感度の比較を行ひしが、試験方法並に試験數に依り其の數値を異にする爲、單に火薬類感度の定性的性質を示す手段と一般に見做し居れり。然るに發火率と落高との關係を示す感度曲線を數式にて示す事を得ば、感度の基礎確立するを以て次に確率論を利用し理論的考察を行ひ、感度曲線の理論式を導入せり。

先づ感度試験に於ける試料の横断面を簡單の爲半径  $r$  の圓と見做す。今此の圓を任意の大きさに  $n$  個の扇形に分割せば、中心角  $\theta$  の扇形面積は  $\frac{\theta r^2}{2}$  なり。今落錘感度試験に於て或落高より落錘を落下せしめ、試料が衝撃を受けたる場合發火する狀況を見るに、落高高き場合は發火率大なる爲扇形面積を大きく考へ、落高低き場合には發火率小なる故、扇形面積を小さく考へる事を得る爲爆發を起す確率は上述の圓を分割せる扇形の面積の和に比例すると考へて可なり。而るに圓の半径  $r$  は一定なるを以て爆發の確率は圓弧  $\theta r$  に比例するものとして以下計算を行へり。

圖 1

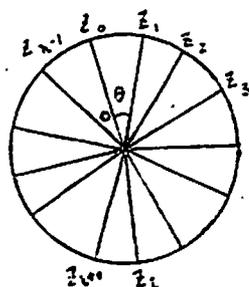


圖1に於て  $Z_0$  を原點とし、圓周方向に切りたる各點を  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_i, Z_{i+1}, \dots, Z_{n-1}$  とせば、 $Z_i$  と  $Z_{i+1}$  との間に作られる圓弧の長さが  $\theta r$  と  $(\theta+i\theta)r$  との間にはいる確率  $\phi(\theta)d\theta$  は次の4個の獨立事象の確率の復確率として表はさる。

- (a)  $n$  個の中  $(i+1)$  個を取り其の  $(i+1)$  個中より更に  $(i-1)$  個を拔出し此等が皆 0 と  $Z_i$  との間にある確率は

$$\binom{n}{i+1} \binom{i+1}{i-1} \left(\frac{Z_i}{2\pi r}\right)^{i-1}$$

(b) (i+1) 個より (i-1) 個を引き去つた残りの 2 個の中 1 個が  $Z_i$  と  $(Z_i+dZ_i)$  との間に入る確率は

$$\binom{2}{1} \frac{dZ_i}{2\pi r}$$

(c)  $(Z_i+1)$  と  $Z_i$  の長さが  $\theta r$  と  $(\theta+d\theta)r$  との間にある確率は

$$\frac{r \cdot d\theta}{2\pi r} = \frac{d\theta}{2\pi}$$

(d) 残りの  $(n-i-1)$  個が  $(Z_i+1)$  と  $2\pi r$  との間にある確率は

$$\left\{ \frac{2\pi r - (Z_i + \theta r)}{2\pi r} \right\}^{n-i-1}$$

従つて求める確率は此等を利用して  $Z_i$  に付、0 より  $(2\pi - \theta)r$  迄積分したもなり。

$$\begin{aligned} \therefore \phi(\theta)d\theta &= \binom{n}{i+1} \binom{i+1}{i-1} \binom{2}{1} \frac{d\theta}{2\pi} \int_0^{(2\pi-\theta)r} \\ &\left(\frac{Z_i}{2\pi r}\right)^{i-1} \left\{ \frac{2\pi r - (Z_i + \theta r)}{2\pi r} \right\}^{n-i-1} \frac{dZ_i}{2\pi r} \\ &= n \left( \frac{2\pi - \theta}{2\pi} \right)^{n-1} \frac{d\theta}{2\pi} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

故に  $n$  個の圓弧を取る時は其の中  $\theta r$  と  $(\theta+d\theta)r$  との間にある分劃圓弧の數  $N(\theta)d\theta$  は

$$\begin{aligned} N(\theta)d\theta &= n\phi(\theta)d\theta \\ &= n^2 \left( \frac{2\pi - \theta}{2\pi} \right)^{n-1} \frac{d\theta}{2\pi} = n^2 e^{-\tau} d\tau \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

但し

$$\tau = \frac{\theta}{\theta_m}, \quad \theta_m = \frac{2\pi}{n}$$

一方分劃された圓弧の長さ  $\theta r$  は中心角  $\theta$  に比例するを以て  $c$  を常數とせば  $c\tau$  に比例す。今圓弧の長さが  $\theta r$  より小なる總ての圓弧の和  $\varphi$  は次の如し

$$\varphi = nc \int_0^\tau \tau \cdot e^{-\tau} d\tau \dots\dots\dots(3)$$

之より總和  $Q$  は上式の積分を  $\tau$  の全變域に採りて

$$Q = nc \int_0^\infty \tau \cdot e^{-\tau} d\tau = nc$$

故に (3) 式は

$$\varphi = Q[1 - e^{-\tau}(\tau + 1)] \dots\dots\dots(4)$$

今  $\varphi$  が  $\frac{Q}{2}$  なる時の  $\tau$  の値を  $\tau_m$  とせば (4) より

$$\frac{1}{2} = 1 - e^{-\tau_m}(\tau_m + 1)$$

$$\therefore \tau_m = 1.68 \dots\dots\dots(4')$$

前述せる如く落錘感度試験に於て發火率は圓弧の長さに比例すると假定せるを以て、 $\varphi$  は發火率 ( $y\%$ ) を示すものと思せらる。此の場合  $Q=100\%$  なる故 (4) は

$$y = 100\{1 - e^{-\tau}(\tau + 1)\} \dots\dots\dots(5)$$

次に衝擊による雷管發火の條件は

(1) 一定量以上のエネルギー (概略  $\frac{6}{1000}$  kg/m) を

(2) 極めて短時間に加へる事なり。

今落錘感度試験に於て落錘の重量を  $mg$  落高を  $x$  cm とせば試料に加はるエネルギーは  $mgx$  なり。此が試料に加はる時間を  $t$  とせば、試料を燃發せしむるには

$$K = mgx/t \dots\dots\dots(6)$$

の値が大なる事が望ましい。

然るに雷管類を燃發せしむるに管體を破壊するエネルギーが必要なる故起爆藥のみを發火せしむるに要するエネルギー  $K$  より大なるエネルギー  $E$  を要す。今  $E$  が  $K$  の  $S$  乗とせば次の如し、

$$E = K^s = (mgx/t)^s \dots\dots\dots(7)$$

此の  $s$  は火薬の種類、試験の條件等に依り定まる常數にして之を實用感度係數と呼稱す。次に  $\varepsilon$  と  $t$  の關係を求む。落錘が落下して試料に作用する力を  $P$ 、變形に對する試料の抵抗を  $R$  とせば、試料の壓縮量  $u$  と作用時間  $t$  との間には次の關係あり

$$m \frac{d^2u}{dt^2} + R = P \dots\dots\dots(8)$$

壓縮抵抗に關する Sarrau-Vieille の實驗式を近似的に適用せば

$$R = k_0 + k_u$$

但し  $k_0, k_u$  は物質に依る常數之を (8) 式に代入し

$$m \frac{d^2u}{dt^2} + k_u + k_0 = P \dots\dots\dots(9)$$

今

$$b = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \frac{P - k_0}{k} = \rho \cos \omega,$$

$$\frac{v_0}{b} = \rho \sin \omega$$

と置けば ( $v_0$  は擊速) (9) 式の解は

$$u = \rho \cos \omega - \rho \sin (bt + \omega)$$

落錘に關する前述の實驗結果に従へば起爆藥に壓力の加はる時間は  $\frac{1}{1000}$  sec 程度にして極めて短時間なり、且  $b$  は  $10^4 \tau$  程度なるを以て

$$u \approx bt \cdot \rho \sin \omega = v_0 \cdot t$$

落錘感度試験に於ては極めて短時間に火薬の壓縮量が一定値  $U$  に達した後結晶破壊及摩擦のため燃發が起るものとせば

$$v_0 t = U \quad \therefore t = U/v_0 \dots\dots\dots(10)$$

即ち試料が壓縮を受けている時間  $t$  は擊速  $v_0$  の一乗に反比例す。(10) を (7) に入れ

$$E = (mgx/t)^s = (mgxv_0/U)^s$$

而るに  $v_0 = \sqrt{2gx}$  なるを以て上式は

$$E = (\sqrt{2} m g^{\frac{3}{2}} x^{\frac{3}{2}} / U)^2$$

一方前の假定に従ひ發火に有効なるエネルギー E は圓弧の長さに比例するを以て、發火率 50% の落高即ち臨界爆點を  $\alpha$  にて表せば  $\tau$  は

$$\tau = \tau_m \times \frac{(\sqrt{2} m g^{\frac{3}{2}} x^{\frac{3}{2}} / U)^2}{(\sqrt{2} m g^{\frac{3}{2}} \alpha^{\frac{3}{2}} / U)^2} = \tau_m \times \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\frac{3}{2}}$$

之に (4') の値を代入し

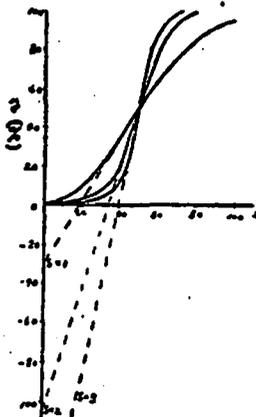
$$\tau = 1.68 \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (11)$$

(11) を (5) に代入せば

$$y = 100 \times \left[ 1 - e^{-1.68 \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\frac{3}{2}}} \left\{ 1.68 \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\frac{3}{2}} + 1 \right\} \right] \dots\dots\dots (12)$$

(12) は落徑感度試験に於て落高 (x) と發火率 (y) との關係を示す理論式にして感度曲線を表はす式なり。圖 2 に  $s$  を異にする上式の曲線を示す。此の曲線を見るに  $x < \alpha$  なる曲線部分は  $x > \alpha$  なる部分に比し曲線の傾斜大にして兩曲線部分は  $\alpha$  點を境として互對稱とならず。實驗の結果も同一傾向あるを以て、 $\alpha$  點を中心として誤差曲線より、感度曲線を求める事は誤りにして上述の如く隨率論より感度曲線を求めるべきものなり。

圖 2



更に此の曲線の性質を研究する爲先づ微分式を作り  $x = \alpha$  に於て感度曲線に引ける切線の正切を求むれば

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=\alpha} = \frac{78.9}{\alpha} \times S$$

即ち

$$\alpha \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=\alpha} = 78.9 \times S \dots\dots\dots (13)$$

(13) 式の右邊は、同一種類の火薬を同一試験法にて

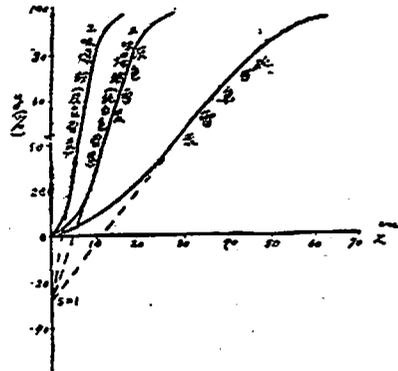
試験する場合は常數なり。而るに左邊は臨界爆點に於て感度曲線に引いた切線と y 軸との交點を示すものにて之が一定なる事は即ちこの切線が y 軸上の一定點に集合する事を表す。之は感度曲線を求める上に極めて便利な特徴をもつ。

### III 間接感度試験

#### (1) 灰色雷汞と純白色雷汞

工業製品たる灰色雷汞と之を精製せるダイヤモンド型純白色雷汞は X 線寫眞の結果同一結晶構造を有するにも拘らず前者は後者に比し著しく鋭感なる傾向あるを以て室温 (15°C) にて間接感度試験を行ひ感度曲線を求め比較研究を行へり。即ち銅蓋(内徑 9 mm, 高さ 3 mm, 厚味 0.2 mm) 内に粒子の大きさ 0.25~0.5 mm の白色硅砂をしき其の上に一定量の起爆薬 (約 0.02g) を薄く一線に乗せ更に其の上に同一白色硅砂を敷きたるものを試料とし、此の上に銅製のアンビルを乗せたる上に、一定の高度より重量 40g の落錘を落下せしめ、各落高にて 50 發宛試験を行ひ其の發火率より感度曲線を求めたり。其の結果は圖 3 に示す如く  $S=1$

圖 3



の場合の理論式と完全に一致す。即ち灰色雷汞は純白色雷汞に比し著しく鋭感にして臨界爆點は前者 13 cm 後 31 cm と差あり。前述せる如く兩雷汞は同一結晶構造、同一化學的性質を有する爲、此の感度に表はれたる差は結晶の強度等の物理的性質の差異に基くものと思せらる。兩雷汞の結晶の大きさを比較せば純白色雷汞は小さく厚味を有するダイヤモンド型結晶なれど灰色雷汞は薄き菱形の結晶にして大きさは白色結晶の約 10 倍なるを以て破損し易き形狀を呈す。故に兩雷汞に付簡單なる抗壓力試験を行へり即ちプレバート板に極少量の起爆薬結晶を單層に並べ、カバーガラスにて覆ひたる後、萬能試験器にて一定量の靜荷重を加へ、結晶の破壊狀況を觀測しつゝ、結晶を破壊せしむるに必要な最小壓力を求め之を抗壓力と呼稱せり。

抗壓力は小なる程破壊し易き理なり。實驗の結果灰色雷汞の抗壓力は 13 kg/cm<sup>2</sup>、純白色雷汞は 300 kg/cm<sup>2</sup>にして、前者は若しく小従つて破壊し易き事となり、従つて感度も鋭感となる理なり。即ち火薬類の感度は化學的因子のみならず物理的因子(結晶強度)に依り著しき影響を受けることは明なり。

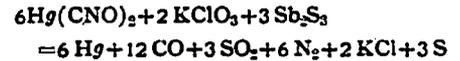
次に三味爆粉(雷汞 1p, 鹽素酸加里 2p, 三硫化アンチモン 2p 配合)に兩雷汞を使用の上、同様間接感度試験を行ひたるに臨界燃點は、灰色雷汞の場合 7 cm, 純白色雷汞の場合 14 cm にして前者は後者の約 1/2 にして著しく鋭感となり雷汞に依る差明かなり、且感度曲線は圖 3 の如く S=1 の理論式と良く合致す。尚以下各實驗の結果得たる落高と發火率との成績は紙面の都合上之を省く。

(ロ) 三味爆粉

原料として 250 目 の篩を通過せる KClO<sub>3</sub> 及 Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> の微粉末と灰色雷汞の三味を任意に配合し、各種配合率の試料 64 種を作り、上述と同一方法にて間接感度試験を行ひ、感度曲線を求めたるに總て理論式(12)に於て S=1 の場合となり臨界燃點に於て感度曲線に引ける切線は總て y 軸上の一定點(-28.9)に集合し、理論式と實驗値の良き適合を示せり。

此の曲線より求めたる臨界燃點は三味を頂點とする三角圖表(圖 4)に之を表はせり。此の三角圖表に於て臨線は臨界燃點 10 cm の點を結んだ線にして實際は 5 cm 點を結んだ線で此の曲線内の點が三味爆粉配合中鋭感なる配合なり。此の圖表より次の結論を得たり。

- (a) KClO<sub>3</sub> と Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> の三味配合に於ては兩者の比(4:6)が鋭感なり。
- (b) 雷汞 60% 以下は雷汞量を増加するに従ひ鋭感となる。
- (c) 雷汞 60% 以上に於ては雷汞量を増加するに従ひ鈍感となる。
- (d) 同一雷汞量に於ては鹽素酸加里と三硫化錫の比が 0.7~1.0 の時鋭感なり。
- (e) 三味爆粉中鋭感なる配合は雷汞 60%, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 25%, KClO<sub>3</sub> 10% にして丁度次の反應を生起する配合比なり。



(ハ) テトラ・ニトロ・ベンゾール

燃薬に関する間接感度試験は新見博士のテトラ・ニトロ・ベンゾールに関する實驗成績あり。

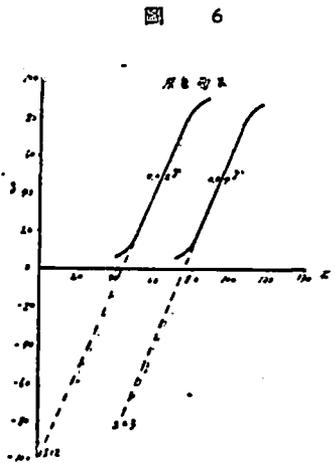
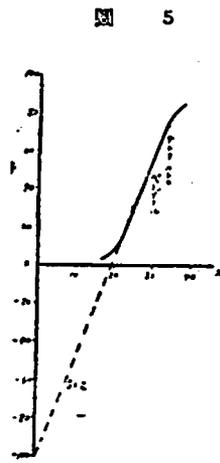
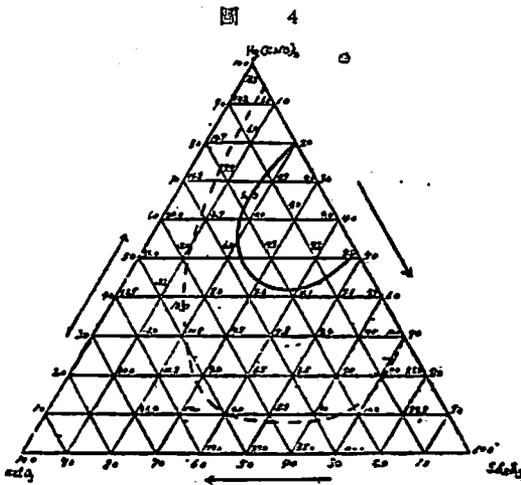


表 1

薬種	薬量 (g)	壓搾壓力	試験法	落錘重量 (g)	S
雷汞	0.02	0	間接感度試験	40	1
爆粉	0.02	0	〃	40	1
テトラ・ニトロ・ベンゾール	0.03	0	〃	1,660	2
雷汞	0.02	2,000 kg/cm <sup>2</sup>	直接感度試験	600	2
〃	0.04	2,000	〃	600	3
爆粉	0.04	2,000	〃	600	3
雷管	0.10	500	〃	600	4
〃	0.02	500	〃	600	2
テトリール	0.08	25	〃	2,804	4

即ち直径 9 mm の試料に対し重量 1.66 kg の落錘を落下せしめ、各落高にて 40 発間接感度試験を行へる成績を圖 5 に示す。此の曲線より求めたる臨界爆點 29 cm にして此の點に於て感度曲線に引ける切線は  $y$  軸上の一 點 (-108) を通過す。即ち理論式に就て

$$a \left( \frac{dy}{dx} \right)_{x=a} = 158 = 78.9 S$$

$$\therefore S = 2$$

即ち此の場合に於ける實用感度係数は 2 にしてこの場合は起爆薬に比し、遙かに鈍感なるを以て發火せしむるに多くのエネルギーを要し、 $S=2$  となるものと思考せらる。

#### IV 直接感度試験

間接感度試験の結果理論式と實驗値と良く合致せるを以て次に試験方法を變化し直接感度試験を行ひ實用感度係数を比較検討せり。即ち一定量の試料を直径 2 mm 深さ 4 mm、厚味 0.2 mm の銅盞に入れ條件を一定にする爲 2,000 kg/cm<sup>2</sup> に壓搾せるものを試料とし重量 200 g の落錘を落下せしめ、各落高に於ける發火率より感度曲線及臨界爆點を求めたり。尙試験温度は 15°C と一定にせり。直接感度試験法に於ては試料を白砂の間に挟む事無く、且壓搾してある爲間接感度試験に比し摩擦を受ける事が少く、従つて發火に過剰のエネルギーを必要とする爲  $S$  の値は當然増加するものと推定せらる。又藥量を増加せば  $S$  の値は増加する傾向ありと思考す。

##### (1) 灰色雷汞

藥量 0.02 及 0.04 g の 2 種類の試料に付感度試験を行へり。實驗結果を圖 6 に示す。藥量 0.02 g の場合臨界爆點は  $a' = 64.2$  cm にして感度曲線に引ける切線は  $y$  軸上の一 點 (-108) を通過す。即ち理論式に於て  $S' = 2$  なり。然るに藥量を増加せる 0.04 g の場合には前者に比し感度は鈍感となり、臨界爆點は

$a'' = 96.8$  cm にして感度曲線に引ける切線は  $y$  軸上の一 點 (-187) を通過す。即ち理論式に於て  $S'' = 3$  なり、今兩者に付  $S/a$  を計算せば

$$S'/a' = 0.031 \approx S''/a''$$

即ち兩曲線の傾斜は同一にして實際圖面に見る如く兩曲線は略平行している。同一起爆薬の場合感度曲線の傾斜は藥量に無關係に同一なる事は興味ある事實なるも、尙吟味を要する點なり。

##### (2) 三味爆粉

灰色雷汞 20%、懸葉酸加里 40%、三硫化錫 40% 配合の三味爆粉 0.04 g を上述と同一方法にて直接感度試験を行ひたるに實驗成績圖 7 にして灰色雷汞の 0.04 g より鈍感にして臨界爆點は 66.4 cm なり。感度曲線に臨界爆點にて引ける切線より計算せる  $S$  の値は 3 にして理論式と實驗値と  $S=3$  に於て良く一値す。

即ち起爆薬關係に於て藥量 0.04 g の場合には總て  $S=3$  なる事を確認せり。

#### V 雷管試験

次に試験方法を變化し、三味爆粉を雷管に裝填し之を逆にし雷管の底面を上向きに置き上方より先端 1 mm の半徑を有する打針形状の重錘 (重量 600 g) を落下せしめ、直接感度試験を行ひ感度曲線を求めたり。

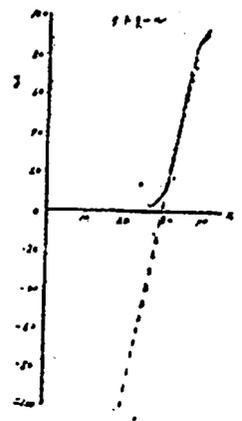
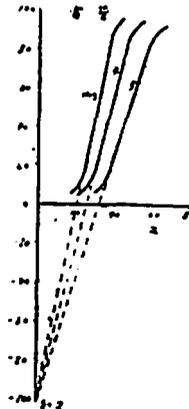
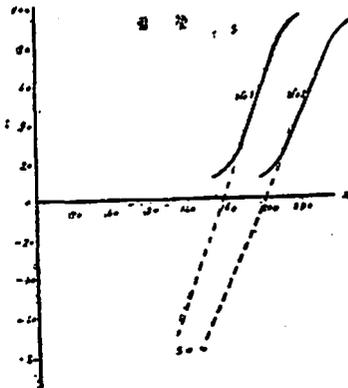
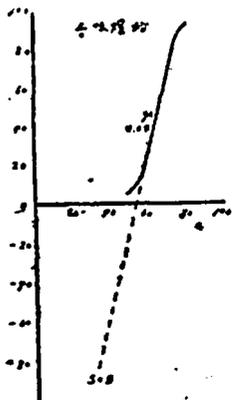
先づ厚味 0.5 mm 内徑 7 mm の眞鍮盞に配合を異にする三味爆粉を 0.1 g 宛壓力 500 kg/cm<sup>2</sup> にて壓搾せる雷管を試料として使用せり。前述の試験に比し、此の雷管は起爆薬量大にして且強度大なる眞鍮盞を變形する爲發火に必要なエネルギーは大となる爲  $S$  は大きくなる筈なり。實驗の結果代表的の成績を圖 8 に示す。臨界爆點に於て感度曲線に引ける切線より  $S$  の値を求むれば 4 にして豫想せる如く感度特数は最も大きなものとなれり。

圖 7

圖 8

圖 9

圖 10



依て次に之より弱い雷管蓋即ち厚味 0.4 mm の銅製雷管蓋を使用し、之に三味爆粉を極少く 0.02 g を 500 kg/cm<sup>2</sup> の壓力にて壓持せる雷管を逆にし上と同様直接感度試験を行ひたるに遂に鋭感となれり。代表的試験結果を圖 9 NO. 3, 4, 5 に示す。此の場合臨界燃點に於て感度曲線に引ける切線より S の値を求むれば豫想せる如く感度特徴は 2 となる。

即ち藥量に依り S の値は變化し藥量多い程 S の値は大となる。尙雷管の場合にも理論式と實驗値は良く合致する事を確認せり。

#### IV 燐藥直接感度試験

参考の爲燐藥に對する直接感度試験成例に付感度理論式の適用を試みたり。新見博士のテトリールに関する實驗結果を使用せり。

即ち厚味 0.01 mm 直徑 10 mm の鋲蓋にテトリール 0.08 g を 25 kg/cm<sup>2</sup> に壓持せるものを試料とし、重量 2,804 kg の重錘を落下せしめ、發火率を求めたる成績を圖 10 に示す。臨界燃點は 35.0 cm にして感度曲線に引ける切線より S の値を求むれば極めて大きく 4 である。

#### VII 實用感度係數の味吟

以上實驗より求めたる實用感度係數を要約せば表 1 の如し。

前述の起爆機柄に関する實驗の結果起爆藥が發火する場合には、衝撃のエネルギーを受けて結晶破壊せられ、爆發中心形成され、續いて連鎖反應に依り化學反

應は急激に進行し、爆發に至るものと推定せらるゝを以て起爆藥の各粒子は衝撃を受ける状況に依り、感度に差異を生ずる理にして衝撃を直接受ける程、感度は鋭感にして、(7) 式に於ける E は K に近づく事となる。即ち S の値は小さくなる筈である。

今間接感度試験を見るに火藥は粒子小なる白色矽砂の間に挟まれたる状態に於て、落錘の衝撃を受ける結果充分なる衝撃力の爲極めて發火し易くなり、從て實用感度係 S 數は直接感度試験より小さく表はれる事となる。即ち直接感度試験に於ては S は 1 又は 2 なるに對し、直接感度試験に於ては 2~4 である。

又同一種類の火藥を使用せる場合には藥量が多い程火藥の破壊に餘分のエネルギーを必要とする爲 S は大となる。即ち間接感度試験に於て 2,000 kg/cm<sup>2</sup> に壓持せる雷管に對し一個の試料 0.02 g の場合は S=2 なるも、0.04 g の時には S は増大して 3 となる。又雷管の場合に就ても同様にして藥量 0.02 g の場合は S=2 なれども、藥量を増加して 0.10 g とせば S=4 と増大す。此の場合試料の直徑は同一なるを以て藥量の増加は藥高の増加を來す結果所要エネルギー大となり、從つて S は大となり上述の假定は正しき事を確認せらる。

以上の結果より實用感度係數 S は火藥の種類、藥量及試驗方法により變化すれども、藥量並に試驗方法を規定せば同一理論式にて感度曲線を表はす事を得從て臨界燃點を求むれば火藥類の感度を比較する事可能にして感度を知る上に最も確實なる方法である。

## 三硝酸ニトロイソブチルグリセリンに関する研究

(昭和 23 年 10 月 1 日受理)

齋 藤 耀

(臨澤藥品工業京都研究所)

### I 緒 言

三硝酸ニトロイソブチルグリセリンはニトログリセリンの代用品として周知の爆藥である。Stettbacher の研究に依れば、此の爆藥は起爆藥で容易に點燃され安定度も良好で、ニトログリセリンより猛度大で、單

一化合物としては最強の爆藥であると結論している。原料ニトロメタンは合成困難であつたが、1932 年頃より米國の H. B. Hass 一派に依り、低級パラフィン類の氣相硝化反應の研究が行はれ著しい成果を挙げニトロメタンの入手も容易となつた。特に三硝酸ニトロイソブチルグリセリンも 1940 年頃に多量生産の方式が確立され、ニトログリセリンの壘を摩しつゝあることは注目し價する。我國に於ては原料ニトロメタンの製造の困難及中間體ニトロイソブチルグリセリン

\* ) Commercial Solvent Crop. New York N. Y. U. S. A. に於て各種ニトロパラフィンが工業藥品化されている。