

弾動臼砲を用いる爆発物質の感度試験

柳 沢 剛*

1. まえがき

従来火薬及び爆薬等の鋭感な爆発物質に対しては一般に簡単な方法として、発火点試験による熱感度、落槌試験による衝撃感度などがある。これらの両者は一般に感度の尺度的役割を果たしている。

然し爆薬類以外の爆発性物質に対しては以上の方法で判定出来ない場合が多く、これらの物質に対しては通常雷管起爆による鉄管試験法が用いられている。

又ドイツでは BAM 法として、規格化された鋼筒試験法¹⁾(密閉加熱試験)が用いられ、爆発性物質全般の熱感度を次式 $\sqrt{t_1/D} + t_2/D$ を用いて数値的に求めて、その感度の程度によってグレードを決めている。その他の密閉加熱試験、耐火性試験、衝撃試験等は爆発性物質全般に通用するものでなく、かつ又数値的に分解度を知らることができない。そこで著者は薬量数グラム以上で、なお試料が最も爆発の起り易い条件下での試験法として1957年より弾動臼砲を用いて実験を行なってきた。弾動臼砲は半閉塞であるが弾丸が16 kg もあるため、瞬間にはかなり強い密閉と考えられるので、作用時間に遅れはあつても爆発する確率が他の試験法より大きくなるものと考えられる。

このため鉄管試験で得られない範囲迄分解度を知ることができる。本試験法の利点①広範囲な薬種に対して同一試験条件で試験ができしかも数値的に結果が得られる。②実験費用が安い。

1964年 W. A. Storong²⁾ は弾動臼砲を用いて有機過酸化物に対する感度を分解の激しさとして TNT に対する爆力比から数値的に求め、同様にして得た黒色火薬(爆轟性がない)を基準にして比較している。

2. 試験方法

試料 10g を錫箔の被筒に採り 6号雷管を付して臼砲に装填して起爆する。臼砲振子の振れ角を測定して TNT を 100 としたときの試料の爆力比を求める。

爆力比の求め方は次式によって行なう。

$$\text{弾動臼砲値: BM(\%)} = 1 - \cos \theta / 1 - \cos \theta_0 \times 100$$

θ : 試料の振れ角, θ_0 : TNT の振れ角

薬種に対しては次のような考え方をする。①感度の判定は爆薬類に於ては爆力比の大きさだけで決められ

ないので、伝爆性を含めて考慮しなければならない。

この場合は試料 10g に対して他の不活性物質を添加して(外割として)、その減衰度より求めるものである。

②爆薬類以外の物質についてはそれ自体の分解性を爆力比の中から得られる。又酸化剤の場合には分散性の良い液体燃料との混合により爆発性より比較できる。これらの場合も試料の分解の程度によつては①の方法と同じ考えかたをする。

3. 試験結果

参考のために BAM の鋼筒試験法の結果中より爆薬に関係を有する物質のみをとり Table 1 に示した。

Table 1 Result of BAM experiment method

t_1 : Ignition delay (sec),
 t_2 : Combustion time (sec)
 D: Nozzle diameter (mm)

Agent	Sensitivity: $\sqrt{t_1/D} + t_2/D$	Grade
Nitrocellulose	0.38	0.9 >
Nitroglycol	0.70	No. 1
Nitroglycerin	0.73	
PETN	1.07	
NH ₄ ClO ₄	1.60	1~2
RDX	1.62	No. 2
Tetryl	2.07	2.1~5
Guanidin nitrat	4.20	No. 3
Picric Acid	7.03	5.1~25
TNT	9.0	No. 4
TNN	13.3	
DNT	28	25 >
NH ₄ NO ₃	35.5	No. 5

以上のような方法で爆薬類迄含む爆発性化合物の順位をグループ制に分けて取扱つている。

3-1 爆薬類についての試験

爆薬類については不活性物質添加(滑石)によつて鈍性化された爆薬の爆速値と BM 値を求め Table 2 及び Fig. 1 に示す。

昭和41年3月3日受理

* 東京大学工学部燃料工学科 東京文京区本郷7丁目

Table 2 Result of Ballistic Mortar tests and detonation velocity by the quantity inert substance added.

Agent	BM(%)	Detonation velocity
PETN 100%	149.7	5,357m/sec Δ :0.8
" + Soap stone		ϕ :15m/m
" (out) (in)		(in)
" 10% 9%		10% 5,172
" 30 23	148.7	—
" 40 28	—	30 4,347
" 50 33	124.0	—
" 60 37	—	40 3,869
" 80 44	111.9	—
" 150 60	59.0	60 3,587
" 200 66	39.4	—
		80 2,475
RDX 100%	167.3	6,000m/sec Δ :0.9
" (out) (in)		(in)
" 10% 9%	—	10% 6,000
" 15 13	—	—
" 20 16	—	15 5,769
" 30 23	130.4	20 5,357
" 50 33	116.7	30 4,285
" 80 44	92.6	—
" 100 50	70.2	50 non-explosion
" 150 60	17.6	—
" 200 66	1.6	—
Tetryl 100%	124.0	5,172m/sec Δ :0.8
" (out) (in)		(in)
" 15% 13%	—	15% 4,410
" 18 15	—	18 3,750
" 20 16	—	20 non-explosion
" 30 23	109.3	—
" 50 33	72.4	—
" 100 50	50.9	—
" 120 54	2.9	—
Picric Acid 100%	109.3	4,160m/sec Δ :0.8
" (out) (in)		(in)
" 5% 4.7%	—	5% 3,659
" 10 9	—	10 3,409
" 12 10.7	—	12 non-explosion
" 20 16.6	89.7	—
" 50 33	52.2	—
" 80 44	7.1	—
TNT 100%	100	4,410m/sec Δ :0.8
" (out) (in)		(in)
" 5% 4.7%	—	5% 3,190
" 10 9	—	10 non-explosion
" 20 16.6	79.8	—
" 60 37.5	18.9	—
" 80 44	0.32	—

Agent	BM(%)
Carlit (Kuro) 100%	215
" (out)	
" 30%	80.6
" 50	56.0
" 70	35.6
" 90	29.6
" 100	28.0
" 120	19.0
" 180	15.9
DNT 100%	73.2
" (out)	
" 10%	55.4
" 20	3.6
DNN 100%	64.9
" 10	10.8
BlackPowder 100%	40.0

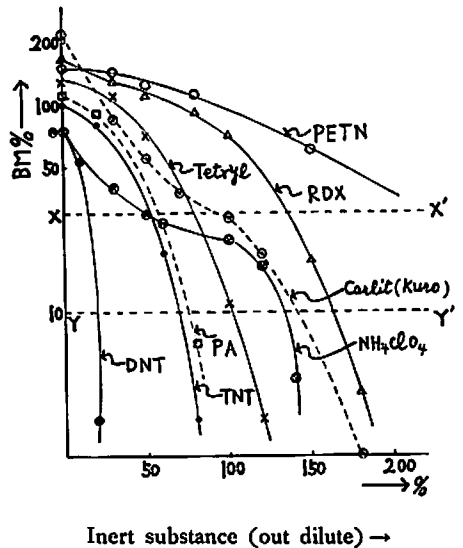


Fig. 1 The relations between the values of the Ballistic Mortar tests and the quantity inert substance added.

3-2 酸化剤系についての試験

主として固体酸化剤について見るとそれ自体爆発性を有するものと、固体燃料又は液体或はその他の有機物との混合により急激な反応を起すものとに分けられる。これらの両者を夫々本試験法によつて行なつた結果を Table 3 及び Fig. 2 に示す。

Table 3 Result of Ballistic Mortar tests by the oxidisers and inert substance added.

Agent		BM (%)
NH ₄ ClO ₄	100%	73.07
"	+Soap Stone (out)	
"	10%	70.16
"	30	41.37
"	50	29.27
"	60	27.63
"	100	23.68
"	120	17.43
"	150	0.9
<hr/>		
"	+Fuel oil 8%	159.6
"	(out)	
"	16	150.0
"	24	149.0
<hr/>		
NaClO ₄	100%	3.42
"	+Fuel oil (out)	
"	5.6%	58.88
"	11.2	79.6
"	15	10.5
"	20	9.8
<hr/>		
NH ₄ NO ₃ (Prill)	100%	47.5
"	+Soap Stone (out)	
"	5%	40.1
"	10	9.3
"	20	0.5
<hr/>		
"	+Fuel oil 5.6	128.9
"	11	116.9
"	15	10.5
"	20	0.5
<hr/>		
NH ₄ NO ₃ (100mesh)	100%	82.78
"	+Soap Stone (out)	
"	5%	55.4
"	10	0.63
"	15	0.2
<hr/>		
"	+Fuel oil 4%	106.1
"	8	119.3
"	16	15.4
"	20	0.3
<hr/>		
NH ₄ NO ₃ (L. D)	100%	54.0
"	+Soap Stone (out)	
"	10%	33.5
"	20	25.8
"	30	8.0
"	40	0.5

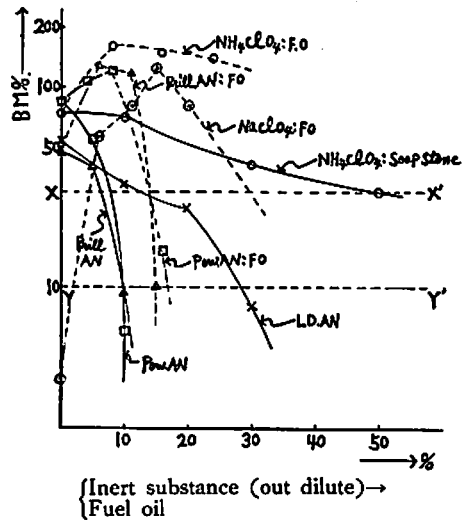


Fig. 2 The relations between the values of the Ballistic Mortar tests and the quantity inert substance added.

4. 実験結果の考察

4-1 爆薬類の試験について

爆薬類についての実験結果は Fig. 1 に示されるような曲線が得られる。この図中より弾動白砲値 BM (%) と試料の分解の程度を分類すると次のようになる。

BM (%)	分解基準
3.9 以下	少量分解
4~19	分解
20~49	半爆
50 以上	完爆

これら4段階の分類区分から感度の判定をするためには、分解半爆の領域にかかる BM10~BM30 の間の区域 (図中 X-X', Y-Y' の範囲) 内に於ける各試料の横軸 (不活性物添加量) の延びに従って決定する。このことから図上より爆薬の感度を求めるに、

PETN > RDX > カーリット (黒) NH₄ClO₄ > Tetryl > PA > TNT > DNT の順位が求められる。尚 Table 2 中に示した不活性物添加量と燃速の変化 (伝爆性の良否の判定) を求め、BM 値と比較する。これらの両者を対比すると伝爆性が殆んどなくなった点においても BM 値はかなり大きな値を示している。このことは少量の薬が密閉器中で起る爆発性と、薬自体の伝爆性とは別途に考えるべきものである。

4-2 酸化剤系についての試験

酸化剤関係については酸化剤単独で爆発する物質もあるが、固体及び液体燃料などの混合により急激な反

応を起す（爆発）場合が多い。これらのことがらよりこの兩者について行なつた実験結果を Table 3 及び Fig. 2 に示した。この図中の曲線の方向（不活性剤、燃料油の添加量）が X-X', Y-Y' 領域内においての延びの程度より感度を求めることができる。以上兩者の実験結果より $\text{Na}_2\text{ClO}_4 > \text{LDAN} > \text{粉 AN} > \text{粒 AN}$ なる関係が得られた。

これらから求めた爆薬類及び酸化剤系薬剤の感度は他の方法で行なつた感度試験結果と一致する。（但し特殊プラスチック性爆薬を除く）

5. むすび

本試験法は実験の結果に示されたように、数値的にしかも爆薬類からその他の爆発性物質に至る広範囲にわたつて測定しうること、又単一爆薬以外の混合系爆

薬類についても同様に決定し得る。近年特に爆薬以外の爆発性有機化合物類が多く用いられるようになりつつあるので、これらも含む物質のグレードを決めて輸送及び作業上に於ける安全を期する必要があると考えられる。

文 献

- 1) H. Koenen, Explosivstoffe, No. 6, 119~125 (1956)
- " " No. 9, 195~197 (1961)
- " " No. 2, 23~ 27 (1964)
- 2) W. A. Strong, Ind and Eng. Chem No. 4, 264~267 (1964)

Experiment on the Sensitivity of Explosive Substance by the Method of Ballistic Mortar

Takeru Yanagisawa

There are a few methods of determining quantitatively the sensitivities of explosive substances. The author proposes a new method of sensitivity measurement by means of ballistic mortar, which is suitable for all kinds of explosive substances. In this method the author aims to determine sensitivities by measuring the value of ballistic mortar when some quantities of an inert matter was added to 10g of an explosive substance and by finding the amount of the inert matter corresponding to the critical value of ballistic mortar. The results of the experiments are indicated in the tables and the figures. Here the author classified the degree of decomposition as follows:

BM values	reaction
4 >	small decomposition
4-19	decomposition
20-49	semi detonation
50 <	full detonation

In Fig. 1, the range between X-X' and Y-Y' may be used as criterion to determine the sensitivity.