MkⅢ 弾動臼砲の性能と応用(第11報)

一弾動臼砲を用いた小型カードギャップ衝撃感度試験法一

松永猛裕*,村永浩太郎**,伊藤 葵*, 田村 昌三*, 蔵持 勇***, 吉田忠雄*

MkⅢ 弾動日砲試験法を応用することにより、比較的高感度の物質の衝撃感度を測定する新 しい方法について検討した。この方法は、0号雷管の前に数枚のカードを置くことにより0号 雷管より衝撃力を弱め、物質の衝撃感度を調べるものである。その結果は、感度の高い高性能 爆薬、有機過酸化物および酸化剤—可燃剤混合物などの衝撃感度を簡単に定量的に求めること ができた。また、試験結果は、US ギャップ試験、落種感度試験および摩擦感度試験と良好な 相関があった。

1. はじめに

爆発性物質の衝撃または打撃感度は火薬類の性能保持のため及び爆発性物質の取扱いの安全のためにも重要である。比較的鈍感な爆発性物質に対する衝撃感度試験として症者らは弾動臼砲を用いる可変起爆剤衝撃感度試験を考察し¹⁾²⁾³⁾,伯頼性のある方法であることを示した。しかしながら、この方法では TNT あるいはそれより鋭感な爆発性物質に対しては現在までのところ適用することができない。

そのために比較的高感度の物質に対して適用できる 値額性の高い新しい感度試験法を検討してきたが、同 じく Mk 型 弾動臼砲を用いた方法を見出し、これを 小型ギャップ試験法と名付けた。比較的高感度の爆発 性物質の感度試験法としては落機感度試験⁽¹⁾ および穏 々の摩擦感度試験⁽¹⁾、ギャップ試験⁽¹³⁾、銃撃感度 酸⁽¹⁶⁾などがある。落槌感度試験に比べ本報の方法の 利点は、試験回数が少なく、爆・不爆の判定が容易で あり、より個額性が高いことであろう。この試験法は 大型のカードギャップ試験に比べると少量の試料量で 実験でき、爆発音も小さく個額性もそれ程違わないと いう利点がある。ここでは、この小型ギャップ試験を 高性能爆薬および酸化剤―可燃物混合物に適用した結 果を報告する。

2. 実験

2.1 盆 料

用いた試料は工業製品をそのまま、あるいは乾燥して、あるいは混合して用いた。酸化剤と可燃物の混合物は大部分は酸素パランス0の組成物を用いた。

2.2 実験装置

弾動白砲は MkⅢG 弾動白砲⁶⁾を用いた。外観および断面図は前報²⁾に示した。

2.3 試料容器 (Fig. 1)

内径 12.4mm のガラス管に直径 12mm, 及さ12mm のコロ軸受け用の網鉄円筒コロ (JIS B1506) を薬 包紙でくるんで入れ, 下部を粘着テープで固定する。この上に 1.0g (0.95~1.04g) の試料を入れ, その上に粘着テープを巻いた径 12mm, 厚さ 2mm または1mmのポリエチレンカードを所定枚数のせて軽く押し付ける。その上に 0 号電気雷管 (日本化薬辯製, DDNP 0.2g) を密着してのせて固定する。

2.4 手 順

薬包紙の小片にくるんだ円筒コロをガラス管に挿入し、底を粘着テープで固定する。これに、精秤した1.0gの試料を入れる。所定枚数のカードを粘着テープで 巻いて試料の上に入れて軽く押し付ける。0号留管を その上に密着するように挿入し、ガラス管に固定する。

試料容器を MkⅢ 弾動日砲の砲孔の一番奥まで挿入 し、2 kg 投射物を砲孔入口に取り付ける。点火回路 を結線し、発破器で点火する。日砲の水平振れ幅を測

^{*}東京大学工学部反応化学科 〒113 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-812-2111 (內7293)

^{***} 蔵特科学機械榊 〒110 東京都台東区池の増 2-3-4 TEL 03-821-8176

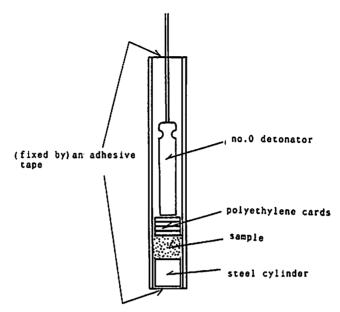


Fig. 1 Sample assembly for the small gap test

定する。

3. 結 果

実験結果を Table 1 に示した。

4. 考察

4.1 鋭感な爆発物の衝撃感度の分類

現在危険物海上輸送に関連した爆発性物質、例えば 有機過酸化物の機械的感度(打撃および摩擦感度)は、 次の様に分けられている^{11) 12)}。 PETNより鋭感なも

Table 1 Results of the small gap test for 1 g powdery substances

Net length of swing in mm

 	-						gar	o in i	mm							Shock
Substance	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	40	42	44	50	60	sensitivity
PETN		54*				55*	63*	1	2							High
RDX		54*		56*	74	-1		0								High
Tetryl		42*		38*	54	0										High
Picric acid		59*	49*	0												Not high
TNT		31*	0	0												Not high
Pentlite 50/50		56*		50*	0	0										High
5B Carlit		51*	47*	0												Not high
5BS Carlit		36*	5	0												Not high
BPO dry		6*		4*	0	1*	k	1**	<u> 1</u> *	* 3*	* 5**	k				Very high
BPO 90% with water	15*	0														Not high
NH ₄ ClO ₄ +C		53*		0		0		0								Not high
KClO ₃ +C	2	2														Not high
KNO ₃ + Al		19*		16*		0		0								High
KCIO3+AI+S		38*						32*		23*	29*	5	2	0		Very high
KClO ₃ + Al + Ti		36*						36*	28*	33*	20*	3	5	2	3	Very high
PETN (0.5g)						24*		0								High
PETN (2.0g)						94*		-1								High

^{* :} The substance exploded completely.

^{**:} A smoke from decomposition products was observed.

Table 2 Classification of shock sensitivity for explosive substances by the small gap test

Sensitivity Class	Sensitivity	Criteria
1-1	Very high	More sensitive than PETN
1-2	High	Not more sensitive than PETN and more sensitive than TNT
1-3	Not high	Not more sensitive than TNT

の(High)とそうでないもの(Not high)、およびm ージニトロンベンゼンより鋭感なもの(Sensitive)とそうでないもの(Insensitive)に分けられている。 P ETN より鈍感な爆発物でも TNT より鋭感な物質はかなりの注意を払って取り扱われており、一般に鈍感化して実用化されている。したがって、 TNT より鋭感であるか鈍感であるかも 1 つの分類になるであろう。本試験法によってこの分類も可能である。 ここでは Table 2 のような分類を採用した。Not high に分類された物質は前報²⁾ に示した可変起爆剤試験を適用してその下の磁度レベルでの分類を行うことが望ましい。

4.2 高性能協薬の感度の比較

実験した範囲では高性能爆薬の感度の序列は(TN T, あかつきカーリット) < (ピクリン酸、黒カーリット) < ペントライト < (RDX, テトリル) < PETNの順になった。

4.3 酸化剤混合物および可燃剤組成物

実験した範囲では過塩素酸アンモニウム+麻炭粉末 および硝酸カリウム+アルミニウムの酸素パランス 0 の混合物が類似の感度を示した。過塩素酸アンモニウムは塩素酸カリウム、過塩素酸カリウム、硝酸カリウム、硝酸カリウムと比べると麻炭粉末と混合した時に一番鋭感な組成物を与える酸化剤であり、アルミニウムは硫黄、チタン、炭素(麻炭粉末)と比べると硝酸カリウムと混合 された時に最も鋭感な組成物を与える可燃物である⁷⁾。 前報³⁾ と総合すると、酸化剤—可燃物では実験した 範囲内で酸化剤は硝酸カリウム<過塩素酸カリウム< 塩素酸カリウム<過塩素酸カリウムの順に衝撃感度が 高くなる。一方、可燃物は麻炭粉末<チタン粉末<硫 黄粉末<アルミニウム粉末の順に感度が高くなること がわかる。

4.4 過酸化ペンゾイルと水希釈の効果

過酸化ベンゾイル (BPO) は多数の事故を経験した 鋭感物質として知られている。本実験の結果では爆発 を起こす衝撃感度はペントライトと同等であった。し かし、より弱い衝撃で爆発的分解は起こさないが爆発 的成力を伴わないゆるやかな分解を起こす。これは分 解生成物の煙が試験直後に砲孔からでることによって 判断できる。この分解反応は爆燃に発展する可能性が あるので実際にはより高感度であると見たほうがよい。

10%の水を含む BPO は乾燥 BPO に比べると感度 は低下した。そして、水の含量を増すと更に感度が低 下していくことが可変起爆剤試験で確かめられている¹⁴'。一方、BPO の伝爆性は水分 20%の時が境界で それ以上の水分があると伝爆しなくなることも知られ ている¹⁴'。BPO については水希釈が安全性向上の面 で非常に有効なことがわかる。

4.5 試料量の効果

Table 3 Comparison of 4 sensitivity tests

Substance	Small gap test (mm)a)	Gap test (mm) b)	Drop hammer test (m) ^{to}	Friction test (kg) ^{e)}	
PETN	7	13. 6	0. 13	8	
RDX	5	11. 2	0. 28	24	
Tetryl	5	11. 9	0. 37		
Pentlite 50/50	4	12. 5			
BPO dry	4			24	
Picric acid	3		0. 73		
TNT	2	7. 9	1. 48	36	

a) This work

b) Reference 8)

c) Reference 9)

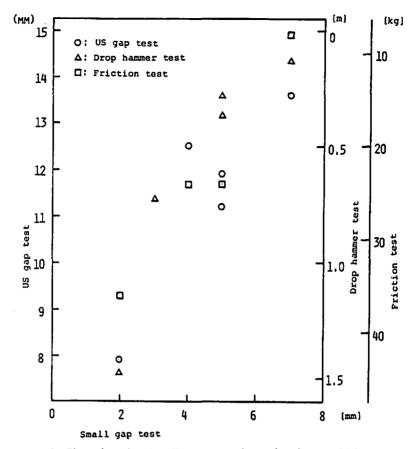


Fig. 2 Plots of results of small gap test vs. those of 3 other sensitivity tests

本実験は試料量 1.0g で実験を行っているが PETN の試料量を 0.5g あるいは 2.0g と体積を変えても本試験法の範囲内で感度は変化しなかった。従って密度を一定にすれば体積、即ち試料量の影響は本試験法の範囲内で少ないと考えられる。

4.6 小型ギャップ試験による衝撃感度と他の方法 による感度との比較

本方法と落槌感度⁹⁾、摩擦感度¹⁰⁾およびギャップ 試験⁹⁾の結果を比較したのが Table 3 および Fig. 2で ある。比較したギャップ試験データは Dobratz⁹⁾の収 録した NSWC で採られたデータである。筆者らの実 験は粉状の爆薬について行われたので、それに近い試 料について行われたデータを用いた。筆者らの数値は 起爆が起こる最大の mm 数であり、NSWC ギャップ 試験のデータは50%燥点のデータで少し意味が違う。 しかし、Dobratz の50%燥点があるとすれば、それは 筆者らの数値の 1 mm 以内のところにある。したがっ て、筆者らの数値を50%燥点として扱っても大きな誤 差とはならない。NSWC ギャップ試験は励爆薬とし て直径 25.4 mm、長さ 38.1 mm の RDX ペレット(重 量 34.8g) を使っている。それに対して策者らは 0.2 g の DDNP を用いている。励爆薬の量は NSWCギャップ試験の方が約 174 倍である。また、双方の限界ギャップ長を比べると PETN, RDX, テトリルの場合、NSWS ギャップ試験の方が小型ギャップ試験の値より約2倍大きいが、TNT の場合には約4倍になっている。これは、この2つの試験法におけるカード内の衝撃波の源衰挙動が違うためと考えられる。本実験の結果と NSWC ギャップ試験結果との相関はペントライト50/50 のデータを除いて良好であった。残念ながらペントライト50/50 については落樹および摩擦感度の実験データがないのでこれ以上の議論はできない。

比較した落槌感度試験データは同じく Dobratz⁹⁾の収録した LLNL データである。2.5kg の落槌を用いたタイプ 12試験機の結果で 50% 落高である。これらの2つの試験結果は例外なしに良い相関が認められた。正確な落槌感度データが得られれば、それぞれの試験結果から他の試験結果を推定できる可能性がある。

比較に用いた摩擦感度試験データは BAM データ¹⁰⁾で 1/6 燥点の摩擦荷重である。摩擦試験の判定は難

しく、どの現象を爆発とみるかによって結果が変わってくる。ここでは、"knistern" までを爆発とした。摩擦発火の機構は衝撃発火のそれと異なると考えられるが、比較データの範囲内では相関がある。しかし、比較できるデータが少ないので現時点では詳しい厳論はできない。

文 献

- 吉田忠雄、松永猛裕、村永浩太郎、安部隆幸;「爆発の危険性を有する不安定物質の衝撃および爆発 威力の測定法」、特額 昭59-18849 (59.9.8)
- 2) 村永浩太郎、松永猛雄、田村昌三、安部隆幸、吉 田忠雄:「Mk II 弾動臼砲の性能と応用(X)」一弾 動臼砲を用いた爆発危険性物質の衝撃感度の測定 一」、工業火薬、46、162 (1985)
- 3) 吉田忠雄,村永浩太郎,松永猛裕,田村昌三; 「MkⅢ 弾動白砲試験による有機過酸化物の爆発 危険性評価(IX)」,災害の研究,投稿中
- 4) 吉田忠雄,田村昌三,吉田正典;「打撃感度試験」,工業火薬, 39, 115 (1978)
- 5) 岡崎一正;「摩擦感度」, 工業火薬ハンドブック, 共立出版, p249 (1966)
- 6) 吉田忠雄, 蔵特勇, 松永猛裕, 村永浩太郎; 「耐 久性のある弾動臼砲」実用新案出願 昭59-0903 24 (1984)
- 7) 村永浩太郎、井上吉勝、松永猛裕、伊藤葵、田村 昌三、吉田忠雄、村井一;「Mk II 弾動臼砲の性 能と応用(VII) 一煙火原料組成物の衝撃感度と 伝爆性一」火薬と保安、投稿中
- 8) 吉田忠雄、松永猛裕、池田巖之、井上篤雄、平井 蛸男、牧山泰雄、萩井英彦、石田俊男;「弾道振

- 子による有機過酸化物の伝爆性および静的爆発力 試験法の研究」,安全工学,投稿中
- B. M. Dobratz, "LLNL Explosives Handbook. Properties of Chemical Explosives and Explosive Simulants", Lawrence Livermore National Laboratory (1981)
- H. Koenen und K. H. Ide; "Uber die Prufung explosive Stoffe I. Ermittlung der Reibempfindlichkit", Explosivestoffe, Nr. 5/6, 3 (1955)
- J. C. Astro, Th. M. Groothuizen and J. J. De-Groot, Edn; "Seminar Book for Test Methods for Organic Peroxids", TNO, Rijk, The Netherland (1984)
- 12) J. C. Astro, Th. M. Grootuizen and J.J.DeGroot; Condensed Minutes of the Seminar on test Methods for Organic Peroxides held at TNO, The Netherlands on October 9, 10 and 11 (1984)
- C. M. Mason and E. G. Aiken, "Methods for Evaluating Explosive and Hazardous Materials", Bureau of Mines IC 8541 (1972)
- 14) 吉田忠雄、村永浩太郎、松永猛裕、萩井英彦、村門徹、田村昌三;「MkⅢ弾動白砲の性能と応用 (XII) 一有機過酸化物の衝撃感度、伝爆性と爆発 成カー」、安全工学投稿中
- 15) D. Eldh, B, Persson, B. Ohlin, C. H. Johansson, S. Ljungberg and T. Sjolin; "Shooting test with plane impact surface for determining the sensitivity of explosives", Explosivestoffe, 11,97 (1963)

Performance and Application of the Mk III Ballistic Mortar Test (XI)

-The Small Gap Test Using the Mk III Ballistic Mortar-

by Takehiro MATSUNAGA*, Kotaro MURANAGA**, Mamoru ITO*,
Masamitsu TAMURA*, Isamu KURAMOCHI*** and Tadao YOSHIDA

A new method to evaluate the shock sensitivity of relatively high sensitive materials has been established as an application of the Mk III ballistic mortar. In this method, to obtain different strengths of shock initiation which are weaker than that of a no. 0 detonator (DDNP 0. 2g), we used different sheets of polyethylene between the material and a no. 0 detonator. This new method proved to be useful to obtain easily and quantitatively the shock sensitivities of high explosives, organic peroxides and oxidizer-fuel mixtures which are highly sensitive to shock initiation. Moreover, we can say that these data on the shock sensitivity have good correlation with the data by the US gap, the drop hammer and the BAM friction tests.

(* Department of Reaction Chemistry, Faculty of Engineering,
The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113

**Hodogaya Factory, The Japan Carlit Co., Ltd.,
1625 Bukko-cho, Hodogaya-ku, Yokohama-shi, 240

*** Kuramochi Scientific Instruments Co., Ltd.,
2-3-4 Ikenohata, Taito-ku, Tokyo 110)