

落球式打撃感度試験機による高感度物質の打撃感度

松永猛裕*, 金子良昭**, 吉沢二千六*, 井上吉勝***

田村昌三*, 蔵持 勇***, 吉田忠雄*

落球試験の利点は、落槌試験に比べ、自由落下なので支柱との摩擦がなく一定の打撃を試料に与えることができること、球の重さを変えることにより広範囲の感度の測定ができることである。本報告では、この2点を考え、超高感度物質の感度測定を行い、同時にこの試験機の性質を調べた。その結果、起爆薬および酸化剤-赤リン系といった感度の高い物質の打撃感度を調べることができた。また、試験法としては、落高を対数スケールで変えるのがよいこと、直接法、間接法の2つを行う必要があること、落球は重くして低い落高で実験する方が精度がよいこと、試料は鋼柱の上に薄く平らに置くのがよいことなどがわかった。また、水分の影響、混合比の影響などについても適当な物質で調べた。

1. はじめに

爆発物の安全を確保するためには爆発の衝撃感度または打撃感度を知ることが重要である。高感度物質は容易に爆発を起こしやすい。衝撃または打撃感度の測定法としては落槌感度試験が最もポピュラーであったが、鈍感な爆発物に対してはカードギャップ試験¹⁾、銃撃感度試験²⁾、スキット試験³⁾およびスーザン試験⁴⁾などが行われてきた。筆者らは一般に使われている5kgの落槌感度試験にはいくつかの問題点があると考え、高感度または中感度の爆発物の感度測定としてMKⅢ弾動臼砲を用いた小型ギャップ試験⁵⁾および可変起爆剤試験⁶⁾を検討した。そしてこれらの試験法が多く爆発物に適用できることを示した⁷⁾⁸⁾。また、低感度物質に対しては感度試験だけでは不十分で伝爆性の確認が必要であることから、筆者らは弾動臼砲⁹⁾、弾道振子¹⁰⁾および砂中爆発法¹¹⁾を用いた可変試料量試験を検討した。また、水中爆発を用いた伝爆性試験法¹²⁾が有効な方法であることを示した。しかし、以

上の方法は最低試料量1gを要し、感度が高い物質は、取扱中に爆発する恐れがあり、万一爆発したときには実験者に傷害を与える恐れがある。したがって、起爆薬などの超高感度物質に対してはこれらの方法を用いることはできない。

筆者らは酸化剤組成物の感度を調べるために少量試料で実験できる落槌重量245gの落槌感度試験機を用いた¹³⁾。この試験機については種々の工夫をしたが落槌試験機では感度の測定範囲が狭く限られるという問題のあることがわかった。そこで、落下物重量を変えて広範囲の落下エネルギーの得られる落球式試験機を用いて酸化剤組成物の感度を検討した¹⁴⁾。

本報告では、この落球式試験機をいくつかの代表的な高感度物質に適用した結果と、この試験機の性質について検討した結果を報告する。

2. 試験機、試験手順およびデータの処理方法

2.1 落球式打撃感度試験機

用いた試験機は日本工業規格による落球試験機¹⁵⁾である。その装置図および寸法をFig. 1に示す。また、用いた落球の重量は、535, 397, 225, 173, 111, 36, 5および0.9gの8種類のものを場合により使い分けた。

2.2 試験手順

- (1) 径12mm、高さ12mmの鋼柱の上に約10mgの試料を置き、スパチュラで静かに平らにする。酸化剤-可燃物混合物において可燃物(赤リン、硫黄、アルミニウム粉末など)を加える場合は、可燃物約10mgを鋼柱の上のせた後、試料約10mgをその上に静かに置き、平らにする。

昭和62年5月20日に受理

*東京大学工学部反応化学科
〒113 文京区本郷 7-3-1
TEL 03-812-2111(内7293)**日本化学工業研究所
〒757 山口県厚狭郡山陽町大字部 2300
TEL 08367-2-1234***井上玩具煙火師
〒427 島田市祇園町 8373-2
TEL 05473-7-3287****蔵持科学機械師
〒110 台東区池之端 2-3-4
TEL 03-821-8176

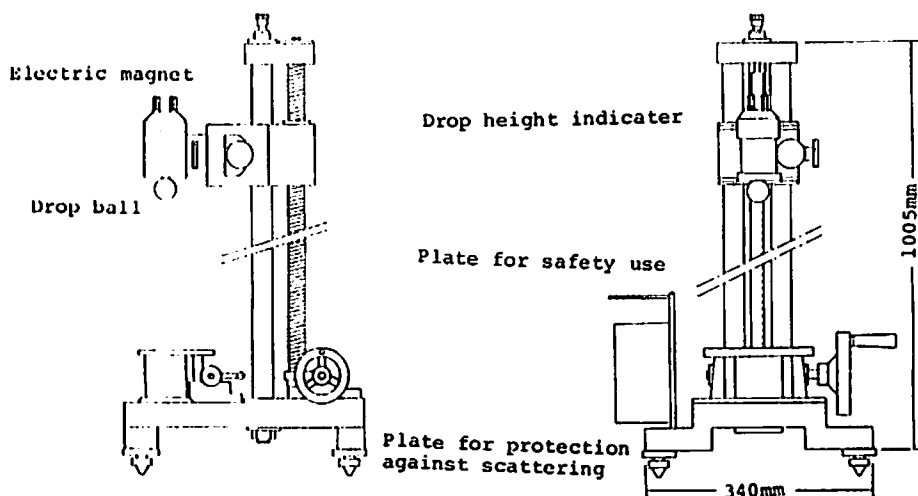


Fig. 1 Drop ball impact sensitivity tester

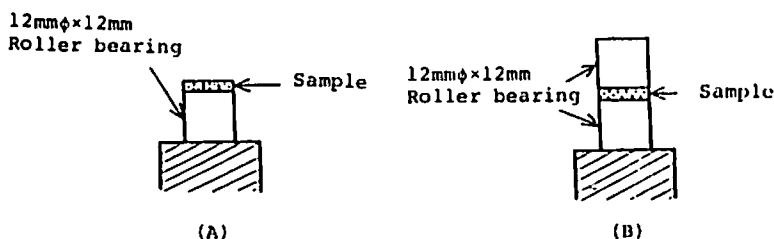


Fig. 2 Test arrangement of direct method (A) and indirect method (B)

- (2) 間接打撃の場合は、この上にもう1つ鋼柱をのせる。試料は薄く鋼柱の全面に均一になるように置く (Fig. 2参照)
- (3) これを落球の打撃点が試料の中心となる様にセットする。
- (4) 誤動作防止用のじゃま板を試料の上にかぶせ、落球及び鋼柱の飛散防止のための保護板を付ける。
- (5) 落球を取り付ける磁石を所定の高さに移動させ固定する。
- (6) 電磁石のスイッチを入れ、落球をつける。
- (7) 誤動作防止用のじゃま板を取り除く。
- (8) 秒読みをして電磁石のスイッチを切り、落球を落下させる。
- (9) 火花、爆発音、発煙の有無により、爆・不爆を判定する。

2.3 データ処理

落高の選び方、データ処理の方法は、Brucetonの up and down法¹⁶⁾に準じた。すなわち、

- (1) 落高とは、間接法の場合、落球の表面から試料の上に乗せてある鋼柱の表面までの距離、また、直接法の場合、落球の表面から試料をおいてある鋼中の表面までの距離である。

落高は、その対数が等間隔になる様に变化させる。ここでは、 $\Delta \log H = 0.1$ とした。

根元¹⁸⁾はヘキソーゲンの落槌感度試験で $\log H$ と爆発率 (P) の関係が P が 30~80% の間で累積正規分布曲線を与えることを確かめている。

- (2) 落球の重量を適当に選び、落高を変化させて、爆・不爆の境界を見つけ、そこから、up and down (すなわち、爆ならば落高を一段階下げ、不爆ならば落高を一段階上げる) を開始する。
- (3) 20回の実験の後、50%爆点 (H_{50})、50%爆点の対数値、その対数値の標準偏差を up and down法¹⁷⁾で求める。また、求めた50%爆点より、次式を用いて50%爆発エネルギーを求める。

$$E_{50} = mg H_{50}$$

ここで、 m : 落球または落槌の重量 [kg]

g : 重力加速度

E_{50} は落球または落槌が持つ位置エネルギーであり、試料に与えられるエネルギーに直接対応するものではないが、異なる質量での試験結果を相互比較するために用いた。

3. 実験

3.1 用いた試料

高感度あるいは超高感度物質として、敏感な火薬類、過酸化ベンゾイル(BPO(和光純薬製))および酸化剤(和光純薬製)と赤リン(和光純薬製)の接触混合物を用いた。火薬類は、テトリル(日本油脂製)、HMX(中国化薬製)、RDX(中国化薬製)、DDNP(日本化薬製)、アジ化鉛(細谷火工製)を用いた。DDNPおよびアジ化鉛は僅かな外からの刺激によってDDTを起こしやすいので水中に保管し、実験する前の日に鋼柱に所定量とり、シリカゲルデンケータ中で1昼夜乾燥して用いた。起爆薬は危険を避けるために粉砕せずに用いた。酸化剤はいずれも市販されているもので、試薬1級または特級のものをシリ

カゲルデンケータ中で乾燥し、実験直前にメノウ乳鉢で粉砕して用いた。また、塩素酸カリウム、赤リンおよび硫黄が主成分である競技用紙雷管(ラジエ工業製)も比較のため用いた。

3.2 行った実験

上に記した方法で、高感度物質について次のような条件で実験を行い、各物質の感度を調べると共に落球式打撃感度試験の性質を調べた。

- ・落高と爆発確率曲線の関係
- ・直接打撃と間接打撃との比較
- ・間接打撃における上の鋼柱の直径、長さの影響
- ・試料の置き方の影響

Table 1 Results of the frequency distribution in the drop hammer test with the sporting signal cap

logH	explosion	total	frequency [%]
— direct method (ball weight = 36g) —			
0.8	3	30	10
0.9	5	30	17
1.0	12	30	40
1.1	19	30	63
1.2	23	30	77
1.3	26	30	87
1.4	28	30	93
— indirect method (ball weight = 397g) —			
0.6	3	30	10
0.7	8	30	27
0.8	16	30	53
0.9	19	30	63
1.0	24	30	80
1.1	28	30	93

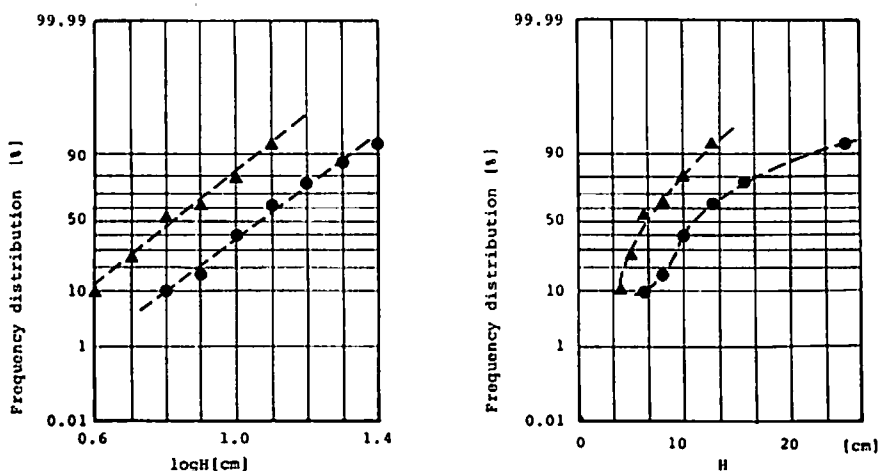


Fig. 3 Cumulative on normal probability scale (Sample:Sporting signal cap)

Left:Frequency distribution vs. Logarithm of drop height

Right:Frequency distribution vs. Drop height

●:Direct method, ▲:Indirect method

- ・酸化剤—可燃物系での混合状態の影響
- ・試料の水分の影響
- ・落球重量の影響
- ・鋼柱保持カバーの影響
- ・JIS落錘試験機との比較

4. 結果と考察

4.1 落高と爆発確率曲線の関係

Dixonは、爆発確率を落高の対数値でプロットすると正規累積分布曲線となり、これを利用して50%爆点および標準偏差を算出する方法を提案している¹⁶⁾。そこで、落球試験において落高を対数間隔で変化させることの妥当性を検討するために、落高と爆発確率の関係を調べた。試料は粒度、混合比、形態の均一性を考慮して競技用紙雷管を用いた。実験は対数スケールの各落高について30回ずつ試験を行い、その爆発率を算出した。その結果をTable 1に示す。また、Fig. 3はこの結果を正規確率紙にプロットしたものである。正規確率紙は確率分布が累積正規分布をするものについてプロットすると直線になる。したがって、この場合、爆発率は落高の対数に対して累積正規分布をすることがわかり、落高を対数スケールで変化させることに数学的根拠を得た。Fig. 3の直線から求めた50%落高は、up and down法で求めたものとよい一致を示した。

4.2 直接打撃と間接打撃との比較

各高感度物質について、試料の上に鋼柱をかぶせない直接打撃と、下に置いてある鋼柱と同じ12mm径の鋼柱をのせた間接打撃の両方の方法で実験を行った。この結果をTable 2に示す。また、両方法の相関をFig. 4に示す。これより、両者の間に良好な相関があることが分かる。また、バラツキの程度は物質によって異なり、どちらの方法が精度がよいということは一概には言えないことが分かる。起爆薬類の実験ではバラツキが大きいのは危険性を配慮して粉碎を行わず、水蓄した試料を鋼柱にそのまま置いて乾燥させたためと考えられる。

Fig. 4の結果を最小二乗法を用いて解析すると落球試験における直撃打撃と間接打撃による50%爆点エネルギーの関係は下式のように近似できる。

$$\log E_{50}(\text{直撃}) = \log E_{50}(\text{間接}) - 0.52$$

この関係式を用いて間接打撃のデータを直撃式 E_{50} に換算できる。

しかしながら、間接打撃の実験を行っていたとき、塩素酸銀-赤リン系で、鋼柱を試料に置いた瞬間に爆発したことがあった。このような危険性を避けるためには直接打撃の方がよい。一方、直接打撃では落球が直接試料と接触するため、落球が汚れるという欠点がある。

現時点では、塩素酸銀-赤リン系のような超高感度物質は数少ないと思われるので、両方の試験を行い、

Table 2 Results of the drop ball test (1). Difference between the direct method and the indirect method

Material	Direct method		Indirect method	
	$\log E_{50}$ [J]	σ	$\log E_{50}$ [J]	σ
— Explosive —				
HMX	-0.47	0.12	0.39 (0.88*)	0.14 (0.05*)
RDX	-0.44	0.09	0.20 (1.06*)	0.26 (0.18*)
Tetryl	0.03	0.37	0.13 (>1.40*)	0.15
Pb(N ₃) ₂	-1.00	0.50	-0.14	0.28
DDNP	-0.86	0.19	-0.03	0.15
PETN	-0.18	0.05	0.34 (1.37*)	0.19 (0.04*)
— Oxidizing Agent+ Red Phosphorus —				
NaClO ₃ +P	-3.17	0.16	-2.32	0.04
KClO ₃ +P	-2.53	0.13	-2.08	0.07
NaClO ₂ +P	-2.87	0.08	-2.12	0.13
KBrO ₃ +P	-2.84	0.07	-1.80	0.45
KClO ₄ +P	-0.70	0.14	-0.77	0.13
— Others —				
BPO	-0.03	0.59	0.14	0.11
S. P. C. **	-1.34	0.04	-0.98	0.10

* : JIS Drop Hammer Test

** : Sporting Paper Cap

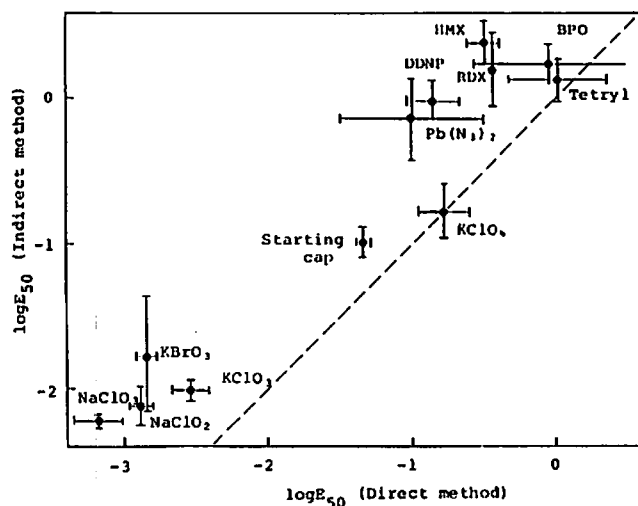


Fig. 4 Correlation of Direct method with Indirect method

Table 3 Results of the drop ball test (2). Effects of the size of the upper steel roller

Material	Roller diameter [mm]	Roller length [mm]	log E ₅₀ [J]	σ
DDNP	-	-	-0.86	0.19
"	5	5	-0.81	0.11
"	6	6	-0.70	0.14
"	8	8	-0.78	0.06
"	8	16	-0.32	0.08
"	8	26	-0.26	0.08
"	10	10	-0.55	0.31
"	12	12	-0.03	0.15
RDX	-	-	-0.44	0.09
"	12	12	0.20	0.26
"	12	24	0.90	0.23
"	12	36	1.17	0.08

バラツキの少ない方を採用するのがよいと考えられる。

4.3 間接材の影響

上に乗せる鋼柱の大きさの影響は、衝撃時の球と鋼柱の弾性反発と鋼柱を伝わる弾性波の減衰によると考えられるが、定性的にこの影響を調べるために、鋼柱の長さ、直径を変えた実験を行った。その結果を Table 3 に示す。Fig. 5 は直径と高さが同じ鋼柱を試料の上に乗せ、鋼柱の大きさの影響を調べたものである。これより、鋼柱の大きさが大きくなると試料に伝わるエネルギーが小さくなることが分かる。また、Fig. 6 は同じ直径の鋼柱をその高さを変えるために 1 個、2 個、3 個と試料の上に重ねて試験した結果である。高さが高くなると伝わるエネルギーが小さくなる

傾向がみられる。

4.4 試料の置き方の影響

純物質で高感度の過酸化ベンゾイルについては、無作為に試料を鋼柱に置いた場合と、鋼柱にのせた後で平らにならした場合との比較をした。その結果、無作為の場合には 50% 爆発エネルギーは 1.02J で 50% 爆発エネルギーの対数の標準偏差は 0.15 であり、平らにならした場合には 50% 爆発エネルギーは 1.37J で 50% 爆発エネルギーの対数の標準偏差は 0.11 であった。これより、平らにならした方が感度は小さく評価されるが、ばらつきは小さくなることがわかる。これは、無作為に置いた方が、試料の空隙が多く、摩擦も大きいため爆発しやすくなる反面、形態が一定しない

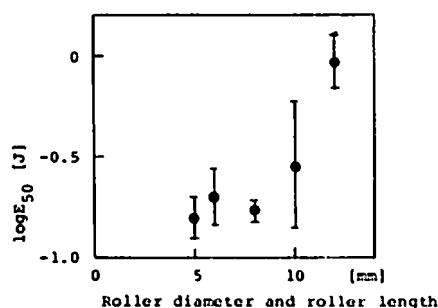


Fig. 5 Effect of the roller size (diameter=roller length) Sample:DDNP

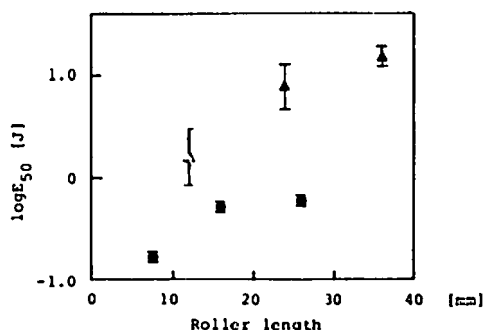


Fig. 6 Effect of the roller Length (diameter=12mm)
●:DDNP, ▲:RDX

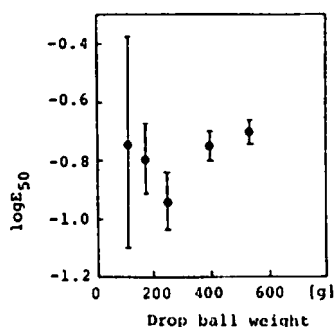


Fig. 7 Effect of drop ball weight Sample:KClO₄-P

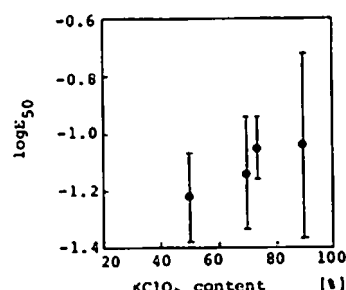


Fig. 8 Effect of KClO₄/P ratio (weight%)

ため、データがばらつくのであろう。また、平らにならず場合でも、試料を厚くのせると試料自身が緩衝材となって、見かけ上、感度が小さく出る傾向がみられた。

4.5 落球重量の影響

8種類の落球を用いたが、落球重量を変えることの妥当性を検討するため、過塩素酸カリウム-赤リン混合物について、5種類落球重量を変えた実験を行った。その結果をFig. 7に示す。225gのデータだけが鋭敏に評価されているが、それを除いて殆ど同じ結果が得られている。しかしながら、ばらつきは落球が重いほど小さくなっている。したがって、落球試験を行う場合、なるべく重い落球を用いて、落高の低いところで実験した方が精度の良い実験ができる。

4.6 酸化剤-可燃物系での混合割合、水分の影響

酸化剤として、過塩素酸カリウム、可燃物として赤リンを選び、その混合割合、水分の影響を調べた。その結果をTable 4に示す。

Fig. 8は混合割合の影響をプロットしたものである。この図では左下がりの影響がみられるが、標準偏差が大きく、本当にこういう傾向があるのかどうかは明かでない。筆者らの考えでは、この差は大部分実験誤差によるもので、混合割合の影響は殆どないと思われる。

また、この実験では、混合系をほとんど均一に混ぜ

Table 4 Results of the drop ball test (3). Effect of the mixing ratio and water
Tested system KClO₄/P/Water

Mixing Ratio [%]			logE ₅₀ [J]	σ	Condition
KClO ₄	P	Water			
100	0	0			
90	10	0	-1.0	0.32	Direct method
74	26	5	-0.7	0.04	Indirect method (6×6mm Steel roller)
74	26	20	-0.7	0.22	"
74	26	0	-1.5	0.11	Direct method
70	30	0	-1.1	0.20	Direct method
50	50	0	-1.2	0.15	Direct method

たが、Table 1のデータと比べると接触混合系の場合より鋭感になっていることがわかる。本来この様な超高度物質は混合したり、すりつぶしたりするのは危険で、そのまま用いるのがよい。

水分の影響は過塩素酸カリウム-赤リンを混合した後、外割で水を加えて実験した。その結果、水分を20%加えても爆発し、水分による見かけの感度の減少はわずかであった。水分20%を加えたものが伝爆するのか、あるいはDDTを起すのかは現在のところ明かでない。

4.7 鋼柱保持カバーの影響

間接打撃の場合に上に乗せる鋼柱が試料によって不安定にならないように保持カバーで支えた実験を行った。用いた保持カバーはアクリル樹脂製で直径30mm、高さ20mmの円柱で、中央に鋼柱が入るように12mm径の孔が開けてある。しかしながら、保持カバーにはJISに定められているようなガス抜き孔は作らなかった。実験に用いた試料は腕技用紙雷管である。結果はカバーをつけた場合、 $\log E_{50} = -0.97 (\sigma = 0.19)$ 、カバーのない場合は、 $\log E_{50} = -0.98 (\sigma = 0.10)$ で、カバーの有無による違いはみられなかった。しかしながら、爆発の際にカバーが壊れやすいので通気孔をつけたほうがよいであろう。

4.7 JIS落槌感度試験機との比較

落球試験機で測定できる50%爆発範囲とJIS落槌感度試験機のそれを比較すると大方向のようになる。

・落球試験機

最小 0.9gの落球で、50%落高 $\approx$ 5cm

最大 535gの落球で、" 70cm

$-3.3 < \log E_{50} < 0.5$

・落槌試験機(5kg落槌)

最小 50%落高 $\approx$ 5cm, 最大 50%落高 $\approx$ 1m

$0.4 < \log E_{50} < 1.7$

これは、両者ともup and down法を行える程度の落高を考えたものである。これより、落球試験機は測定範囲が広く、JIS落槌試験機では測定できないような高感度物質の測定に適していることがわかる。両試験機を比較するために、両試験機で測定できる物質としてRDX, HMX, PETNおよびテトリルをJIS落槌試験機を用い、up and down法で50%爆発エネルギーを求めた。その結果をTable 2に示した。50%爆発エネルギーはJIS落槌試験機の方が大きい。この不一致の理由は、50%爆発エネルギーという値が落球または落槌の持つ位置エネルギーであり、この位置エネルギーが試料自身に与えるエネルギーにそのまま対応しないことによる。すなわち、同じ試験機で同じ材質の落球および鋼柱を用いればFig. 6のように位置エ

ネルギーは試料に与えられるエネルギーに対応する指標となり得るが、異なる試験機では同じ位置エネルギーでも底部の構造・材質、鋼柱・落球あるいは落槌の材質により試料に与えられるエネルギーが一定ではない。

4.8 その他、実験に影響を及ぼす因子

広範囲の酸化剤について、その赤リンとの接触混合系の実験を行っていく内に上に述べた以外に酸化剤自身の性質としての次のようなことが観察された。

・吸水性の高い酸化剤は素早く実験しないと実験していく内に感度が下がってくる。

・反応性の高いものは赤リンと混合すると同時に反応を開始し、実験して行くと感度が上がってくる。

5. まとめ

落球試験の利点は、落槌試験に比べ、自由落下なので支柱との摩擦がなく一定の打撃を試料に与えることができること、球の重さを変えることにより広範囲の感度の測定ができることである。本報告では、この点を考え、超高度物質の感度測定を行い、同時にこの試験機の性質を調べた。その結果、起爆薬および酸化剤-赤リン系といった高い物質の打撃感度を調べることができた。また、試験法としては、落高を対数スケールで変えるのがよいこと、直接法、間接法の2つを行う必要があること、落高は重くして低い落高で実験の方が精度がよいこと、試料は鋼柱の上に薄く平らに置くのがよいことなどがわかった。また、水分の影響、混合比の影響などについても適当な物質で調べた。

文 献

- 1) C. M. Mason and E. G. Aiken, "Methods for Evaluating Explosive and Hazardous Materials", Bureau of Mines IC8541 (1972)
- 2) D. Eldh, B. Persson, B. Ohlin, C. H. Jahansson, S. Ljungberg and T. Sjolín, "Stotting test with plane impact surface for determining the sensitivity of explosives," Explosivestoffe, 11, 97(1963)
- 3) L. Green, A. Weston and J. Van Velkinburg, "Mechanical and Frictional Behavior of Skid Test Hemispherical Billets", UCRL-51085 (1971)
- 4) G. D. Dorough, L. G. Green and D. T. Gray, "The Susan Test for Evaluating the Impact Safety of Explosive Materials", UCRL-7394 (1965)
- 5) 松永猛裕, 村永浩太郎, 伊藤 葵, 田村昌三, 蔵持 勇, 吉田忠雄, 「Mk III 弾動臼砲の性能と応

- 用(IX)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」, 工業火薬, 46, 327(1985)
- 6) 村永浩太郎, 松永猛裕, 田村昌三, 安部隆幸, 吉
田忠雄, 「Mk III 弾動臼砲の性能と反応(X)一弾
動臼砲を用いた爆発性物質の衝撃感度の測定法
一」, 工業火薬, 46, 162(1985)
- 7) T. Yoshida, K. Muranaga, T. Matsunaga and
M. Tamura, "Evaluation of Explosive Proper-
ties of Energetic Materials using MkIII
Ballistic Mortar", Annales des Mines, Jan-
vier-Fevrier, 46 (1986)
- 8) 吉田忠雄, 田村昌三, 松永猛裕, 村永浩太郎, 蔵
持 勇, 「爆発性物質の衝撃感度と新しい試験法」,
化学品安全, 4(3), 36(1986)
- 9) 吉田忠雄, 村永浩太郎, 松永猛裕, 萩井英彦, 村
門 徹, 田村昌三, 「有機過酸化物の衝撃感度,
伝爆性と爆発威力の試験法-Mk III 弾動臼砲の性
能と応用(XII)一」, 安全工学, 24(5),
256(1985)
- 10) 松永猛裕, 池田義之, 平井靖男, 萩井英彦, 吉田
忠雄, 「弾道振子による有機過酸化物の伝爆性及
び静的爆発威力試験法の研究」, 安全工学,
24(5), 247(1985)
- 11) 村永浩太郎, 松永猛裕, 黒田英司, 伊藤 葵, 田
村昌三, 安部隆幸, 齊藤照光, 吉田忠雄, 「砂中
殉爆法の性質と応用(I)-漏斗孔容積と伝爆性一」,
工業火薬, 47, 309(1986)
- 12) 松永猛裕, 田村昌三, 岩間 彬, 吉田忠雄,
「HMX入りコンボジット推進薬の衝撃感度及び
伝爆性評価の研究(第2報)-砂中爆発法及び水中
爆発法による評価一」, 工業火薬, 印刷中
- 13) 井上吉勝, 吉沢二千六, 金子良昭, 安部隆幸, 平
山 達, 吉田忠雄, 「酸化剤の反応性と危険性の
評価(II)-酸化剤-赤燐混合物の落錘感度試験一」,
安全工学, 26, 91(1987)
- 14) 吉沢二千六, 井上吉勝, 金子良昭, 松永猛裕, 田
村昌三, 蔵持 勇, 吉田忠雄, 「酸化剤の反応性
と危険性の評価(IV)-酸化剤組成物の落球式打撃
感度試験一」, 安全工学, 印刷中
- 15) 日本工業規格, 「散弾銃用雷管」, JIS 4818-1974
- 16) W. J. Dixon and F. V. Massey, Jr., "Introduc-
tion to Statistical Analysis", McGraw-Hill,
Tronto (1969)
- 17) United Nations, "Recommendations on the
Transport of Dangerous Goods. Tests and
Criteria", UN Publication Sales No. E. 85,
VIII.2 (1986)

**Mechanical sensitivities of high-sensitive materials
using the drop ball tester**

by Takehiro MATSUNAGA*, Yoshiaki KANEKO**, Fujiroku YOSHIZAWA*,
Yoshikatsu INOUE***, Masamitsu TAMURA*, Isamu KURAMOCHI****,
and Tadao YOSHIDA*

The drop ball tester was used in order to evaluate mechanical sensitivities of high-sensitive materials such as primary and secondary high explosives, and some oxidant-red phosphorus mixtures.

This tester has such merits in comparison with the drop hammer tester that this tester gives a sample accurate mechanical impact because a ball drop gravitationally without friction and that the wide range of measurements is possible by using a ball of different weight.

As the results, mechanical sensitivities of many high-sensitive materials were evaluated, properties of this tester were examined and several findings were obtained.

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

**Nihon Kayaku Co., Ltd., 2300 Sanyo-cho, Asa-gun, Yamaguchi 757

***Inoue Gangu Enka Co., Ltd., 8373-2 Gion-cho, Simada 427

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