

硝酸アンモニウム，有機塩基硝酸塩の鉄管試験

水 島 容 二 郎*

硝酸アンモニウム，硝酸尿素，硝酸グアニジン等9種の硝酸塩，および硝酸アンモニウムと有機物との混合物につき爆発性を検討した。試料 100 g 程度を1吋鋼管に充填し常温または加熱して，6号電気雷管1本，この雷管と RDX 2g，この雷管と RDX 10g の何れで起爆伝爆するかを検し，試料の爆発性を級別表示した。

また爆発熱の計算値と級別とがほぼ平行関係にあることをみた。

1. はしがき

硝酸アンモニウムは肥料，化学工業用原料として極めて広く使用されている。この塩の常温での爆発危険性¹⁾についてはやや知られて来たが，高温の場合ははっきりしたデータがない。この塩と有機物との混合物，硝酸尿素，硝酸グアニジン等の爆発危険性については断片的の記載はあるが，比較対照したデータはないようである。

これらの物質の取扱保安のためには感度を知る要がある。落鍵感度値²⁾はよく利用されるが，試料の量が 50 mg~100 mg で普通の取扱量より極めて小さく，落鍵感度値をそのまま保安の目安としてよいには問題がある。摩擦感度も試料の量に関しては同じである。数十g以上を鉄管に充填して起爆するかどうかを検する鉄管試験は，試料の量の点では好ましく，従来より実用されているが，定量的結果を得ることができない。しかるに著者が前に提案した鉄管試験³⁾は定量的な結果を得ることができる

今回この試験法で種々の硝酸塩につき系統的に実験する機会を得たので報告する。

2. 実 験

2.1 方 法

常温での実験法は前報³⁾と同一であるから図のみを Fig.1 に示す。前報になかった高温の実験では所定の鋼管の底部を溶封し，側面に 500W または 1kW のニクロム線を巻付けて内容物を加熱した。鋼管の内面は錆のため褐色だが，この錆が爆発にどのように影響するかは明らかでない。この錆が内容物を着色させることはなかった。測温用 CA 熱電対の校正は行なっていない。もし JIS C 1602 (1960) に準拠したもの

であると $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の誤差があり得る。表示は 5° までに止めた。

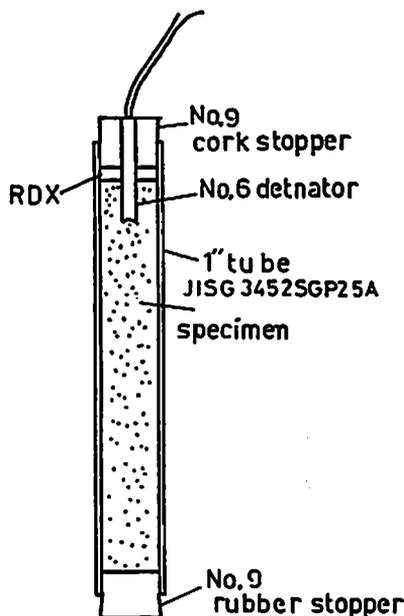


Fig. 1 Cross section of the tube

溶融物は熱電対で攪拌し温度の均一化を計ったが，実測によると上端開口面は冷却されやすく，やや低温であった。起爆直前に熱電対を去り，6号瞬発電気雷管またはこの雷管と RDX (ヘキソゲン) 粉末とを薄紙に包んだものを，管内上部に遠隔操作で挿入し，2~5秒後に通電爆発させた。通電が数秒以上遅れ溶融物による加熱で雷管が爆発することがあったが，雷管が正規に爆発したとして，その結果については採用することにした。

雷管や RDX の温度上昇が，その起爆力に影響して

昭和46年8月26日受理

* 東京工芸試験所 7 部 神奈川県平塚市新宿 85

いる可能性があるが、これは無視した。常温のとき Fig. 1 のように RDX は試料上面に層となっており、溶融のときは紙包となっている。この形の差が起爆力に影響している可能性があるが、これも無視した。

雷管通電後は鋼管の状態を観察記録し、破壊しておればピット内を探索し破片を集め、個数と大きさを測定した。

2. 2 試料

硝酸アンモニウムは住友化学製工業用のもので、固化防止剤を含まずと称する粒状物 (1~2 mmφ) である。カールフィッシャー法で水分を定量するに 0.1~0.3% であつた。ANFO 爆薬原料のプリル型ではない。

ジシアンジアミドは日本カーバイド製工業用のか粒 (数 mmφ) である。鋸屑は原木質不明で 100°C 恒量乾燥で 16.7% の重量減があつた。いわゆる木粉ではな

い。硝酸グアニジンは三和ケミカル製工業用の粉末である。

硝酸尿素は濃硝酸と尿素を当量に混じ、湯せん上で濃縮し、折出させて得た細い結晶である。硝酸ヒドラジンは一級水化ヒドラジンと硝酸を当量に混じ、減圧濃縮し、この液を大量のメタノールに投入し析出した結晶を五酸化リン上で乾燥した細い結晶である。カールフィッシャー法で水分を定量し 0.33% であつた。硝酸ピリジンは濃硝酸よりほぼ上と同様にして得たものである。硝酸メチルアミンは一級メチルアミンと濃硝酸より硝酸ヒドラジンと同様にして得たものである。ただアルコールは使用しない。何れの試料もシリカゲルまたは五酸化リン入りのデシケーターに保存した。

3. 実験結果

起爆後の観察を Table 1 に示す。このデータを前報の級別法 (Fig. 2) に従つて分類し Table 2 に示す。

Table 1 Conditions and results of initiating test

In the first column, ratios after the name of specimen indicate composition of the components. In the fourth column, abbreviation of description is as follows. **Case A:** The tube end expands from the original outer diameter of 34 mm to a diameter of (a) mm. The number and the length of split (s), if it is opened, are (b) and (c) mm. The length of specimen column, if it is remained, is (d) mm. **Case B:** The length of the remained tube part is (e) mm. The number of flap (s) connected to the tube part is (f). The length of the longest flap is (g) mm. The width of the widest flap is (h) mm. The length of split, if it is opened, is (i) mm. The specimen-column length, if the specimen remains in the tube, is (j) mm. The number of fragment (s), if it is formed, is (k). **Case C:** The tube is opened at least over its length. The number of the fragment (s) recovered is (l). The length and the width of the heaviest fragment are (m) mm and (n) mm.

In the last column "go" means that a deformation of the tube is larger than that of the reference tube in which an inert material is loaded.

Specimen	Temperature (°C)	Initiator	Observation	Explosion
NaCl	room temp.	detonator (No.6)	A, a-35, d-100	reference
"	"	"	A, a-35, d-120	"
"	"	"	A, a-35, d-100	"
"	"	detonator and RDX 2 g	A, a-41, d-105	"
"	"	"	A, a-40, d-95, b-1, c-5	"
"	"	detonator and RDX 10 g	B, e-95, f-3	"
"	80	detonator	B, a-34, d-105	"
Talc 70 g	room temp.	detonator and RDX 2 g	B, c-155, f-1	"
Cottonseed oil	196	"	B, e-122, f-5	"
AN (Ammonium nitrate)	room temp.	detonator	A, a-36, d-110	no go
"	"	"	A, a-36, d-40	no go
"	"	"	A, a-36, d-70	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	B, e-110, f-3, i-90	go (partially)

Specimen	Temperature (°C)	Initiator	Observation	Explosion
AN (Ammonium nitrate)	room temp.	detonator and RDX 2 g	B, e-110, f-3	go (p.)
"	"	"	B, e-120, f-3, j-35	go (p.)
"	80	detonator	A, a-35, d-60	no go
"	"	"	A, a-34, d-100	no go
"	"	"	A, a-35, d-75	no go
"	80	detonator and RDX 2 g	B, e-95, f-4, h-40	go (p.)
"	"	"	B, e-90, f-5, h-30	go (p.)
"	"	"	B, e-85, f-5, h-50	go (p.)
AN 200 g liquid	ca. 200	detonator	C, 1-7, m-200	go (complete)
"	185	"	A, a-42	no go
"	200	"	A, a-41	no go
" 160 g	195	"	A, a-42	no go
" 160 g	235	"	B, e-61, f-7, k-5	go (p.)
" 150 g	200	detonator and RDX 2 g	B, e-133, f-6	go (p.)
AN-DD 1 : 1 160 g (Dicyandiamide)	230	detonator	A	no go
"	220	"	A	no go
"	220	"	A	no go
"	190	detonator and RDX 2 g	A, a-38	no go
"	200	"	A, a-47, b-1, c-30	no go
" 150 g	160	"	B, f-7, e-100	go (p.)
"	185	detonator and RDX 10 g	B, e-139, f-6	no go
"	220	"	B, e-140, f-5	no go
AN-DD 2 : 1	room temp.	detonator	A, a-37, d-110	no go
"	"	"	A, a-34, d-95	no go
"	"	"	A, a-33, d-120	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	C, 1-3	go (c.)
"	"	"	B, e-140, f-5, h-30	go (p.)
"	"	"	B, e-45, f-2, k-4	go (p.)
"	80	detonator	A, a-42	no go
"	"	"	A, a-40	no go
"	"	"	A, a-37	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	C, 1-6, m-200	go (c.)
"	"	"	C, 1-7, m-200	go (c.)
AN-DD 4 : 1	room temp.	detonator	A, a-34	no go
"	"	"	A, a-56	no go
"	"	"	A, a-35	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	C, 1-4, m-200	go (c.)
"	"	"	C, 1-2, m-200	go (c.)
AN-DD 4 : 1 Fine grain	room temp.	detonator	A, a-35, d-120	no go
"	"	"	A, a-35, d-110	no go

Specimen	Temperature (°C)	Initiator	Observation	Explosion
NA-DD 1 : 4 Fine grain	room temp.	detonator	A, a-35, d-120	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	B, e-160, d-80, f-4	go (p.)
"	"	"	B, e-160, d-85, f-4	go (p.)
" 160 g liquid	210	detonator	C, 1-140, m-127	go (c.)
"	195	"	C, 1-21, m-200	go (c.)
AN-DD 10 : 1 liquid	170	detonator	A	no go
"	180	"	C, 1-66, m-115	go (c.)
"	175	detonator and RDX 2 g	C, 1-50, m200	go (c.)
NA-SD 5.4 : 1 70 g (Ammonium nitrates- Sawdust)	room temp.	detonator	C, 1-10, m-200	go (c.)
"	"	"	C, 1-7, m-200	go (c.)
AN-SD 10 : 1 65 g	room temp.	detonator	B, e-25, f-2, k-6, m-100	go (p.)
"	"	"	B, e-25, f-3, k-17, m-160	go (p.)
"	"	"	B, e-82, f-2, k-6	go (p.)
AN-SD 20 : 1 75 g	room temp.	detonator	C, 1-8, m-200, n-20	go (c.)
"	"	"	C, 1-14, m-200, n-90	go (c.)
"	"	"	C, 1-10, m-150, n-40	go (c.)
AN-SD 50 : 1	room temp.	detonator	B, e-88, f-1	go (p.)
"	"	"	B, e-86, f-1, k-1, m-90, n-40	go (p.)
"	"	"	B, e-52, f-2, k-2, m-105, n-43	go (p.)
AN-SD 50 : 1 Treateb AN* used.	room temp.	detonator	B, e-51, f-3, k-3, m-116, n-43	go (p.)
"	"	"	C, 1-2, m-200, n-74	go (c.)
"	"	"	C, 1-14, m-200, n-78	go (c.)
AN-SD 100 : 1	room temp.	detonator	A, a-36	no go
"	"	"	B, e-107, f-3	go (p.)
UN 70 g (Urea nitrate)	room temp.	detonator	C, 1-170, m-150	go (c.)
"	"	"	C, 1-53, m-200	go (c.)
HzN 80 g (Hydrazine mononi- trate)	room temp.	detonator	C, 1-352, m-110	go (c.)
PyN 60 g (Pyridine nitrate)	room temp.	detonator	A, a-35	no go
"	"	"	A, a-35, c-100	no go
"	"	"	A, a-35, c-60	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	B, e-103, k-1, f-4	go (p.)
GN (Guanidine nitrate)	room temp.	detonator	A, a-40, b-1, c-53, d-60	go (p.)
"	"	"	A, a-36, d-80	no go
"	"	"	A, a-34, d-80	no go
"	"	detonator and RDX 2 g	B, a-80, f-5, g-100, h-20	go (p.)

* Ammonium nitrate which had been heated to 110 °C for an hour was used.

Specimen	Temperature (°C)	Initiator	Observation	Explosion
GN (Guanidine nitrate)	room temp.	detonator	A, a-39, d-40	no go
"	"	"	A, a-38, d-60	no go
"	"	"	A, a-39, d-20	no go
"	"	detonator and RDX 10g	C, 1-45, m-200, n-15	go (c.)
"	"	"	C, 1-31, m-200, n-15	go (c.)
" 150 g liquid	250	detonator	A, a-43, c-28	go (p.)
"	230	"	A, a-40	no go
"	240	"	A, a-37	no go
MN 80 g (Methylamine nitrate)	room temp.	detonator	C, 1-84, m-200	go
DD (Dicyandiamide)	room temp.	detonator	A, a-35	no go
"	"	detonator and RDX 10g	B, e-120, f-7	no go
"	"	"	B, e-105, f-4	no go
"	"	"	B, e-80, f-4	no go

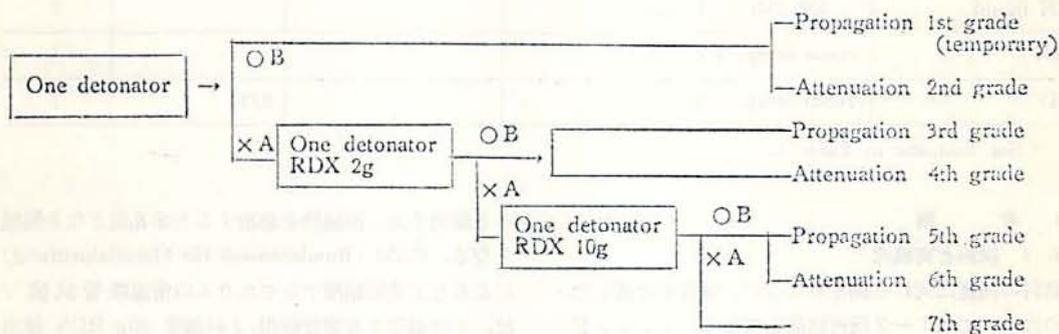


Fig. 2 System of classification

Table 2 Summary and classification

Specimen	Temperature (°C)	Number of initiated case Number or test			Class
		One No. 6 detonator	One detonator and RDX 2 g	One detonator and RDX 10 g	
AN	room temp.	0/3	3 (partial)/3		4
"	80	0/3	3 (p.)/3		4
"	180-200	$\frac{1 \text{ (complete)} + 1 \text{ (p.)}}{5}$	1 (p.)/1		1
AN-DD (1 : 1)		0/3 (220°-230°)	1 (p.)/3 (160°-190°)	0/2 (180°-220°)	4
AN-DD (2 : 1)	room temp.	0/3	$\frac{1 \text{ (c.)} + 2 \text{ (p.)}}{3}$		3
"	80	0/3	2 (c.)/2		3
AN-DD (4 : 1)	room temp.	0/3	2 (c.)/2		3
AN-DD (4 : 1) fine grain	room temp.	0/3	2 (p.)/2		4
AN-DD (4 : 1) liquid	195-210	2 (c.)/2			1
AN-DD (10 : 1) liquid	170-180	1 (c.)/2	1 (c.)/1		1

Soecimen	Temperature (°C)	Number of initiated case Number of test			Class
		One No. 6 detonator	One detonator and RDX 2 g	One detonator and RDX 10 g	
AN-SD (5.4 : 1)	room temp.	2 (c.)/2			1
AN-SD (10 : 1)	room temp.	3 (p.)/3			2
AN-SD (20 : 1)	room temp.	3 (c.)/3			1
AN-SD (50 : 1)	room temp.	3 (p.)/3			2
AN-SD (50 : 1) treated AN*	room temp.	1 (p.)+2(c.) 3			1
AN-SD (100 : 1)	room temp.	1 (p.)/3			2
UN	room temp.	2 (c.)/2			1
HzN	room temp.	1 (c.)/1			1
PyN	room temp.	0/3	2 (p.)/1		4
GN	room temp.	1 (p.)/3	1 (p.)/1		2
GN	80	0/3	2 (c.)/2		3
GN liquid	230-250	1 (p.)/3			2
MN	room temp.	1 (c.)/1			1
DD	room temp.	0/1		0/3	7

* See footnote in Table 1.

4. 考 察

4. 1 試料と実験法

試料の純度は何れも測定してない。著者が合成したものについては1~2回再結晶してある。ジシヤンジアミドの試料は前述のようにか粒で、常温、80°Cの場合主にそのまま使用したが、乳鉢で細粉にして硝酸アンモニウムとよく混合した1例では鈍感になっている。この理由は装填比重が増したためかも知れない。

溶融物には常に気泡が含まれていた。高温になる程著しい。加熱により内部エネルギーが増加すると感度が大になり得るが、気泡の存在も感度を大にする原因である。

本実験で得た等級の精度は Up and Down 法⁹⁾ による精度よりも当然悪い。それにもかかわらず加熱による感度の増大は Table 2 によく表われている。

Table 2 には5級と6級の例は表われていない。前報にもなかつた。5級6級を制定したのが無意味であつたのか、偶然5級、6級に相当する試料がなかつたのか、不明であるが、これは今後の解明にまちたい。

4. 2 文献のデータ

本実験と全く同じ鉄管試験によるデータは当然文献にないが、関連あるデータを集めた。

(a) 硝酸アンモニウム

Urbanski⁵⁾ によると密閉し 260°~280°C に加熱す

ると爆発する。溶融物を急冷すると多孔質となり鋭感となる。BAM (Bundesanstalt für Materialprüfung) によると工業用硝酸アンモニウムの常温鉄管試験では、1吋鋼管8号雷管使用、2吋鋼管 50g RDX 使用で、何れも部分爆であつた。Watstone⁷⁾ 外は溶融硝酸アンモニウムが爆轟し得ると述べている。これは本実験の結果とよく一致している。

(b) 硝酸グアニジン

BAM⁸⁾ によると8号雷管で部分爆、RDX 50g で完爆する。Urbanski⁹⁾ は起爆困難としている。本実験では部分爆は容易に起し得るが、完全な伝爆は困難なことを示している。

(c) 硝酸尿素

Urbanski¹⁰⁾ は8号雷管で起爆困難としているが、本実験では容易であつた。

(d) 硝酸ヒドラジン

Urbanski¹¹⁾ によるとテトリル程度の感度である。Stetbacher¹²⁾ によるとトラウツル鉛塊試験で完爆している。

本実験の結果では1級で一般爆薬と同じ等級に属する。

(e) 硝酸メチルアミン

Urbanski¹³⁾ によると8号雷管で部分爆し、プースター使用で完爆となつている。本実験は(d)と同じ結果

を示している。

4.3 熱力学性質

本実験の各試料を1~2gとり燃研式熱量計で高圧酸素下の燃焼熱を測定した。これらの数値の内3件は文献に見出すことができなかったものである。硝酸ダ

アニジンは極めて燃焼し難いので流動パラフィンを混じて測定した。測定値より生成熱を算出し、さらにこの値より爆発温度、爆発熱、熱化学的爆発圧力を算出した。平衡反応(水ガス反応)を考え、逐次ぜん近法で計算した¹⁴⁾。これらの値を Table 3 に示す。この

Table 3 Thermochemical Data

Substance	Structural formula	Molecular weight	Heat of combustion (kcal/mole)	Heat of formation (kcal/mole)	Heat of explosion (kcal/100g)	Explosion temperature (°C)	Explosion pressure (kbar)
Ammonium nitrate (AN)	NH_4NO_3	80.05	—	-88.1 ^{***}	38.9 ^{***}	265	13.0
Dicyaniamidamide (DD)	$(\text{CN})_2(\text{NH}_2)_2$	84.09	335.4	12.3	—	—	—
AN-DD 1:1	—	—	—	—	19.5	658	18.6
AN-DD 2:1	—	—	—	—	53.8	1,666	24.9
AN-DD 4:1	—	—	—	—	81.1	2,370	29.1
AN-DD 10:1	—	—	—	—	70.6	2,118	21.2
Sawdust (SD)	Assumed to be $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_3$	162.1	223.6	245.7	—	—	—
AN-SD 5.4:1	—	—	—	—	48.6	1,508	12.8
AN-SD 10:1	—	—	—	—	48.1	1,519	11.9
AN-SD 20:1	—	—	—	—	43.3	1,403	12.1
AN-SD 50:1	—	—	—	—	40.0	1,323	12.3
AN-SD 100:1	—	—	—	—	38.9	1,296	12.0
Urea nitrate	$\text{OC} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix} \text{HNO}_3$	123.1	144.9	-118	90.3	2,713	22.3
Hydrazine mononitrate	$\text{NH}_2 \text{NH}_2 \text{HNO}_3$	95.1	119.9	-48.7	126.1	3,471	29.3
Pyridine nitrate	 HNO_3	142.1	637.3	-35.0	negative	—	—
Guanidine nitrate	$\text{HNC} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix} \text{HNO}_3$	122.1	232.8	-63.5	80.1	2,343	26.2
Methylamin nitrate	$\text{CH}_3\text{NH}_2 \text{HNO}_3$	94.1	213.0	-83.3	82.8	2,210	29.5

* These values were determined in our laboratory. Here water in product was in liquid state.

** In these cases water is in liquid state. Equilibrium of water-gas reaction is considered.

*** This value is calculated from data in EXPLOSIVE SHOCKS IN AIR by G. F. Kinney (p. 165, The McMillan Co. New York 1962)

表は常温の試料についてのものである。

加熱した試料について検討するためには比熱、転移熱、融解熱を知る必要がある。硝酸アンモニウムの比熱と転移熱は文献¹³⁾、融解熱はパーキンエルマー差動熱量計により著者が測定した値(19.1 cal/g)を用いた。

融液の比熱は文献になく、計算法もなく止むを得ず硝酸ナトリウムの融液物の比熱計算値¹⁶⁾ 0.456 cal/g

をそのまま用いた。ジシアンジアミドの比熱は佐藤の方法¹⁶⁾で成分原子熱の和として 0.447 cal/g を得、融解熱はパーキンエルマー差動熱量計で著者が測定した値 103 cal/g をとり、融液物の比熱は佐藤に従いパラコールより計算した 0.55 cal/g を用いた。硝酸アンモニウム融液物とジシアンジアミド融液物との混合熱は無視した。

これらより算出した熱含量を Table 4 に示す。

Table 4 Increase of Internal Energies with Temperature. Rise Figures are given in kcal per 100 grs.

Specimen	80°C	170°C	180°C	200°C	230°C
AN.	2.9	10.9	11.3	12.0	13.6
AN-DD (1:1)	3.1	14.3	14.7	15.6	16.5
AN-DD (2:1)	3.0	13.0	13.4	14.3	15.4
AN-DD (4:1)	2.0	12.6	13.2	13.9	15.1
AN-DD (10:1)	2.9	11.5	11.9	12.8	14.1

Table 2 中の爆発の難易を表わす等級と Table 3 の爆発熱、爆発温度、爆発圧力との関係をグラフにするに、後の2因子については明らかな関係が認められなかった。爆発熱との関係を Fig. 3 に示す。加熱試料

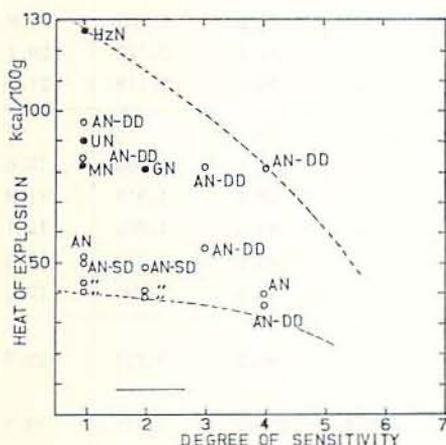


Fig. 3 Degree of sensitivity vs. calculated heat of explosion

の爆発熱は常温試料の熱発熱に Table 4 の熱含量を加えたものとして記入した。あらかじめ爆発熱(反応熱)を知れば、この図により爆発生起の難易をほぼ知ることができる。

この図で同じ系列の試料(硝酸アンモニウムとジシアンジアミドの混合物、硝酸アンモニウムと鋸屑の混合物)については比較的まとまっているが、全試料については相当広範囲に広がっている。この範囲を狭くするためには爆発熱以外の因子例えば装填比重、粒度を考慮に入れる要がある。

計算爆発熱が負である硝酸ピリジンが7級でなく、4級に属し、爆発反応の生起を僅かながら示しているのは、起爆用のプースターのエネルギーが負の爆発熱を補うので一部の試料が反応していると考えてよい。

上に爆発熱と爆発の難易の関係を述べたが、エネルギー関係を概念的に Fig. 4 に示す。

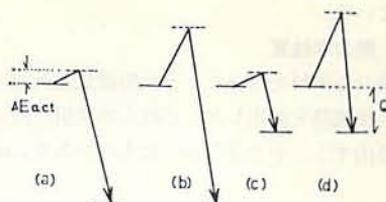


Fig. 4 Energetic schemata of initiation: (a) The most unstable and the most dangerous case because of small activation energy and of large energy output. (b) The large activation needs a strong initiation by which a large amount of energy is released. (c) The specimen is easily initiated, however, the explosion is not violent because the energy released is small. (d) The specimen is stable and a small amount of energy is released even if the specimen decomposes.

爆発しやすさは起爆の難易と伝爆の難易の双方で決まるが、前者は活性化エネルギー ΔE_{act} に関係する。 ΔE_{act} は爆発熱 Q と直接の関係はないから、起爆の難易と爆発熱とは直ちには結び付かない。これが Fig. 2 において試料点のまとまりが良くない理由の一であろう。

Fig. 2 は現在有用な実験データであるが、 ΔE_{act} を知ることができれば、爆発危険性をより適確に予想し得るので、今後はこの研究が望ましい。

また広範囲の危険物(硝酸アンモニウム以外の硝酸塩、塩素酸塩、過塩素酸塩、過酸の塩)について本試験法によるデータを集積していくことが保安上望ましい。

5. あとがき

本実験に関し、東大工学部反応工学科難波桂芳教授の御好意で便宜を得た、また東京工業試験所の椎野技官は燃焼熱データを提供された、共に謝意を表す。

文 献

- 1) 日本化学会編, 防災指針, V-7 丸善 K.K. 昭42 山本, 工火誌, 14, 230 (1953), 福山, 工火誌, 16, 1, 216 (1955), 17, 193 (1959)
- 2) JIS K 4810-1968
- 3) 水島, 工火誌, 31, 228 (1970)
- 4) F.M. Speed, MSC-S-A-0348-3, NASA, Houston, Texas, 1966
- 5) T. Urbanski, "Chemistry and Technology of Explosives II" p. 457 Pergamon Press 1965
- 6) Report of OECD-Group of experts on fire and explosion risks of unstable substances,

- Bundesanstalt für Materialprüfung, S. 66 Berlin-Dahlem, 1966
- 7) 山本, 工火誌, 9, 84 (1964) 文献紹介
- 8) 6 の p.100
- 9) 5 の p.466
- 10) 5 の p.496
- 11) 5 の p.464
- 12) A. Stettbacher, "Schiess- und Sprengstoffe", Zweite Auflage S. 298, Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1933
- 13) 5 の p.465
- 14) J. Taylor, "Detonation in Condensed Explosives", p. 40, Oxfordon Clarend Press, 1952
- 15) Landolt-Bernstein Zahlenwerte und Funktionen, Sechs Auflage II-4 S. 208 Springer, Berlin 1961
- 16) 佐藤一雄, 物性定数推算法, (化学工学双書) 丸善 K.K. p. 161 (昭30)

Initiation Tests of Ammonium Nitrate, its Mixtures and Nitrates of Organic Bases

by Yojiro Mizushima

Initiation tests of ammonium nitrate, mixtures of ammonium nitrate plus organic materials, urea nitrate, hydrazine mononitrate, pyridine nitrate, guanidine nitrate, methylamine nitrate and dicyandiamide were carried out in solid state and in fused state. The specimens of about one hundred grams were loaded in steel tubes of one inch in diameter and were subjected to explosive shocks of a No. 6 detonator, the same detonator plus two grams of RDX and the same detonator plus ten grams of RDX. Corresponding to the degree of breakage of the tubes the specimens were classified in five grades referring to the sensitivity. The grades are found to be nearly parallel with the calculated heats of explosion.

(Seventh Div., Government Chemical Industrial Research
Institute, Hiratsuka-shi, Japan)