

ニトロクレゾール系の鉛塩に関する研究

古 沢 典 彦\*

わが国ではほとんど研究されていないニトロクレゾール系の鉛塩の中で、合成が比較的容易と考えられるジニトロ-オルソ-クレゾールとトリニトロ-メタ-クレゾールの鉛塩の合成と性質に関して基礎的実験を行なった。

クレゾールのニトロ化はスルホン化を経て円滑に進んだ。また、鉛塩化ではニトロ化物を可溶性のナトリウム塩に変え、その溶液を硝酸鉛または酢酸鉛溶液と反応させた。次に合成した鉛塩について熱感度、衝撃感度および摩擦感度を調べた。試験結果から *m*-LTNC は *o*-LDNC よりも感度が高いこと、*o*-LDNC では各感度とも薬種間到大差がないことなどが認められた。さらに鉛塩を粉状点火薬の形式として電橋加熱による点火時間を求めた。

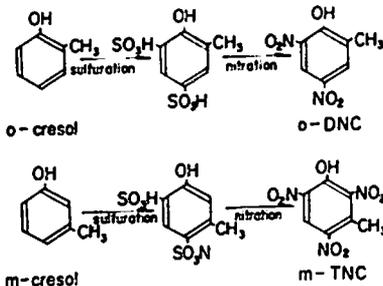
1. 緒言

ニトロクレゾール系の鉛塩は、芳香族ニトロ化合物の重金属塩の一種として、点火用や起爆用の火工品として現在よく使用されているニトロベンゼン系の鉛塩と同様に実用可能であると考えられる。事実、英米特許<sup>1-3)</sup>に電気雷管の点火薬として良好な性質を有していることが紹介されている。しかしわが国ではほとんど検討されておらず、合成法や火薬の特性の詳細に関しては、不明確な点が多い。そこで本研究では、オルソ-クレゾール (*o*-クレゾール) とメタ-クレゾール (*m*-クレゾール) を出発原料とする数種のニトロクレゾール系の鉛塩について合成法の追究、性質の把握等を目的とする基礎的実験を行なったので、その結果について報告する。

2. 実験方法および実験結果

2-1 クレゾールのニトロ化<sup>6-8)</sup>

クレゾールの3つの異性体のうち、*o*-クレゾールと *m*-クレゾールをニトロ化して 4,6-ジニトロ-*o*-クレゾール (*o*-DNC) と 2,4,6-トリニトロ-*m*-クレゾール (*m*-TNC) とを合成した。



ル (*m*-TNC) とを合成した。クレゾール分子の水酸基により *o*-クレゾールでは 4,6 位が、*m*-クレゾールでは 2,4,6 位が活性化されており、電子求引性のニトロ基の置換反応は比較的容易である。しかしメチル基が酸化作用を受けやすいので注意を要する。本研究では、第1段階としてスルホン化を行ない、次の反応方式によって *o*-DNC と *m*-TNC を合成した。

2-1-1 *o*-DNC の合成

*o*-クレゾール 20 g を 9% 硫酸 60 g 中に 70°C 以下で攪拌しながら徐々に加えた後、反応温度を 80~90°C に保って 20~30 分間攪拌を継続する。室温まで放冷したのちこのスルホン化された *o*-クレゾールを 52% 硝酸 134 g 中に反応温度を 45~50°C に維持して 30~40 分間にわたって滴下、攪拌する。滴下後約 10 分間温度をそのままにして攪拌を継続する。放置後生じた沈でん物を濾過する。ついで熱アルコール水溶液で再結晶すると黄色針状結晶が得られる (Photo 1)。



Photo 1 *o*-DNC

2-1-2 *m*-TNC の合成

*m*-TNC は、Urbanski<sup>9)</sup>の方法に基づいて合成し

昭和47年10月2日受理

\* 防衛大学校化学教室 横須賀市辻水 1-10-20

た。*m*-クレゾール20 gを96%硫酸60 g中に温度85°C以下で攪拌しながら徐々に加える。その後100~110°Cで約1時間攪拌を継続し、室温まで放冷してスルホン化を終了する。スルホン化した*m*-クレゾールを52%硝酸186 g中に攪拌しながら室温で徐々に滴下する。自然昇温により反応温度が45°Cになったとき滴下を一時中止するが、昇温が止ったならば再び滴下を開始する。赤煙を発生して激しく反応し温度は最終的に100~103°Cにまで達する。後反応を約10分間行ない、一昼夜放置後沈でん物を濾過し水洗する。ついて熱アルコール水溶液で再結晶すると黄色針状結晶が得られる(Photo 2)。



Photo 2 *m*-TNC

### 2-1-3 合成品の分析

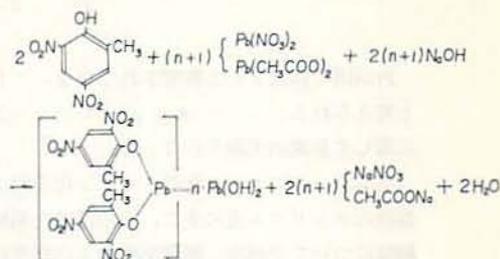
上記の合成方法で得たものについて、融点、元素分析、赤外吸収スペクトルなどで解析した。融点測定および元素分析の結果をTable 1に示す。

合成薬の元素分析結果は、理論値とよく一致しており融点も文献値とよく一致している。また*o*-DNCについては、市販品と同一の赤外吸収スペクトルの吸収ピークが得られた。以上のことから合成薬は目的とする*o*-DNCおよび*m*-TNCであるとみなされる。

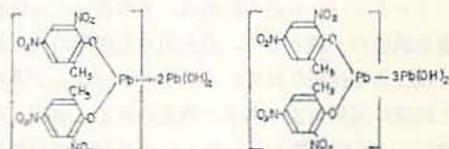
### 2-2 鉛塩の合成

前段階で得た*o*-DNCおよび*m*-TNCを英米特許<sup>9)10)</sup>に紹介されている方法に準じて鉛塩化すること

を試みた。*o*-DNC および *m*-TNC を水酸化ナトリウムによって水溶性のナトリウム塩に変え、そのナトリウム塩溶液を硝酸鉛または酢酸鉛水溶液と反応させて、数種の鉛塩を合成した。*o*-DNC の鉛塩化の反応式は次のように考えられる。

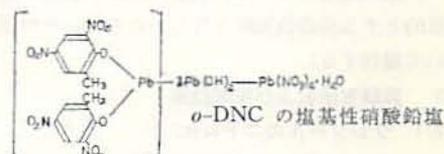


ここで  $n$  は  $-\text{Pb}(\text{OH})_2$  の数(塩基性度)を示し、通常2または3であって  $n=2$  のとき2塩基性塩となり、 $n=3$  のとき3塩基性塩となる。



*o*-DNC の2塩基性塩      *o*-DNC の3塩基性塩

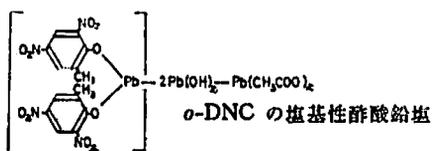
また上式左辺の第2項の  $n$  が3で第3項の  $n$  が2、すなわち4モルの硝酸鉛または酢酸鉛と6モルの水酸化ナトリウムを加えると、合成される鉛塩は次のようになる。



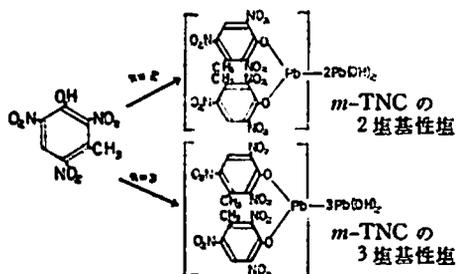
または

Table 1 Elementary analysis and melting point of *o*-DNC and *m*-TNC

	Element	Elementary analysis		Melting point	
		Theoretical value (%)	Experimental value (%)	Reference value (%)	Experimental value (%)
<i>o</i> -DNC	C	42.43	41.93	86.5	84.5
	H	3.05	2.80		~
	N	14.14	14.49		86.5
<i>m</i> -TNC	C	34.58	34.63	107	105.5
	H	2.07	2.03		
	N	17.28	17.40		



*m*-TNC の場合も同様の経路により



となる。

#### 2-2-1 *o*-DNC の鉛塩 (*o*-LDNC)

##### (1) 2 塩基性塩 (Dibasic-*o*-LDNC)

###### 実験 No. 1

*o*-DNC 5 g と水酸化ナトリウム 1.01 g をとこした 300 ml の水溶液に対して、反応温度を 55°C に保ったまま硝酸鉛 12.54 g をとこした水溶液 125 ml および水酸化ナトリウム 2.02 g を含む水溶液 125 ml を約 6 分間にわたって等速で攪拌しながら滴下する。

###### 実験 No. 2

実験 No. 1 における硝酸鉛溶液の代りに、酢酸鉛 14.3 g を含む水溶液 140 ml を使用する。このとき水酸化ナトリウム溶液も 140 ml とする。

##### (2) 3 塩基性塩 (Tribasic-*o*-LDNC)

###### 実験 No. 3

*o*-DNC 5 g と水酸化ナトリウム 1.01 g をとこした 250 ml の水溶液に対して、硝酸鉛 16.7 g をとこした水溶液 170 ml と水酸化ナトリウム 3.03 g を含む 170 ml の水溶液を 5 分 30 秒にわたって、攪拌しながら等速で滴下する。このとき反応温度を 50°C に維持する。

###### 実験 No. 4

実験 No. 3 の硝酸鉛溶液の代りに、酢酸鉛 19.2 g をとこした 190 ml の水溶液を使用する。このとき水酸化ナトリウム溶液も 190 ml とする。

##### (3) 塩基性硝酸鉛塩 (Lead nitrate-*o*-LDNC)

###### 実験 No. 5

水酸化ナトリウム 5.76 g を含む 225 ml の水溶液に *o*-DNC 9.51 g を加え溶解する。この溶液を硝酸鉛 34.8 g をとこした 600 ml の水溶液に 30 分間にわたって攪拌しながら滴下する。このとき反応温度を 60~61°C に維持する。

#### (4) 塩基性酢酸鉛塩 (Lead acetate-*o*-LDNC)

###### 実験 No. 6

*o*-DNC 5 g と水酸化ナトリウム 3.03 g を 150 ml の水に溶解する。この溶液を酢酸鉛 19.2 g をとこした水溶液 300 ml に 15 分間にわたって攪拌しながら滴下する。このとき反応温度を 55°C に維持する。

#### 2-2-2 *m*-TNC の鉛塩 (*m*-LTNC)

##### (1) 2 塩基性塩 (Dibasic-*m*-LTNC)

###### 実験 No. 1

*m*-TNC 14.5 g と水酸化ナトリウム 2.4 g をとこした 600 ml の水溶液に対して、硝酸鉛 29.8 g を含む 300 ml の水溶液と水酸化ナトリウム 4.8 g を含む 300 ml の水溶液を反応温度を 55°C に保って 4 分間にわたって、攪拌しながら等速で滴下する。

###### 実験 No. 2

*m*-TNC 5 g と水酸化ナトリウム 0.83 g を溶解した 300 ml の水溶液に対して、酢酸鉛 11.7 g をとこした水溶液 120 ml と水酸化ナトリウム 1.64 g を含む 120 ml の水溶液を反応温度を 40°C に保って 4 分間にわたって攪拌しながら等速で滴下する。

##### (2) 3 塩基性塩 (Tribasic-*m*-LTNC)

###### 実験 No. 3

*m*-TNC 4.05 g と水酸化ナトリウム 0.7 g を溶解した 200 ml の水溶液に対して、硝酸鉛 11 g をとこした、110 ml の水溶液と水酸化ナトリウム 2 g を含む 110 ml の水溶液を 3 分 20 秒にわたって、攪拌しながら等速で滴下する。このとき反応温度を 46°C に維持する。

###### 実験 No. 4

*m*-TNC 5 g と水酸化ナトリウム 0.83 g をとこした 300 ml の水溶液に対して、15.6 g の酢酸鉛を溶解した 150 ml の水溶液と水酸化ナトリウム 2.47 g を含む 150 ml の水溶液を 5 分間にわたって、攪拌しながら等速で滴下する。このとき反応温度を 45°C に保つ。

上記のいずれの方法においても、後反応を 10~20 分間行ない、室温にまで放冷したあとで、反応内容物をデカンテーション、濾過、水洗し、更にアセトンで洗浄する。

#### 2-2-3 各鉛塩の分析

上記の合成法で得た各種の鉛塩を元素分析によって同定した。その元素分析結果を Table 2 に示す。

Table 2 において、各鉛塩とも元素分析値と前記のように推定した構造からの理論値とがよく一致している。各元素の分析値からのみで合成の成否を判断することは的確でないかもしれないが、この種の鉛塩では他に判断を下す有効な手段が考えられなかったため、一応目的とする鉛塩がそれぞれ合成されたものとして

Table 2 Elementary analysis of lead salts

	Element	Dibasic salt			Tribasic salt			Lead nitrate salt		Lead acetate salt	
		Theoretical value (%)	No. 1 (%)	No. 2 (%)	Theoretical value (%)	No. 3 (%)	No. 4 (%)	Theoretical value (%)	No. 5 (%)	Theoretical value (%)	No. 6 (%)
<i>o</i> -LDNC	C	15.52	15.66	15.44	12.69	12.46	14.45	11.73	14.19	15.34	14.43
	H	1.30	1.21	1.29	1.22	1.00	1.18	1.13	0.91	1.43	1.25
	N	5.17	5.30	5.07	4.22	4.39	4.18	5.86	5.55	3.98	5.62
	Pb	57.35	55.54	57.42	62.55	62.11	62.51	57.83	57.66	58.8	56.48
<i>m</i> -LTNC	C	14.33	14.09	13.78	11.88	11.00	12.51	—	—	—	—
	H	1.03	1.01	0.99	1.00	0.81	0.92	—	—	—	—
	N	7.16	6.95	6.65	5.94	5.45	6.04	—	—	—	—
	Pb	52.95	52.35	54.31	58.57	60.72	57.88	—	—	—	—

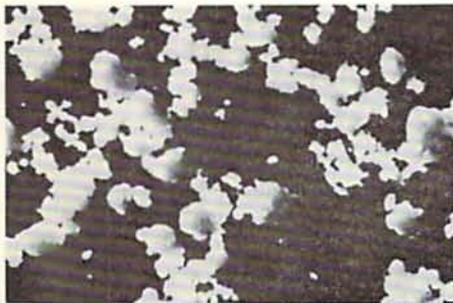


Photo 3 Dibasic-*o*-LDNC

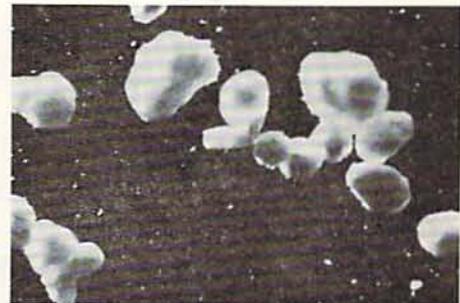


Photo 6 Lead acetate-*o*-LDNC



Photo 4 Tribasic-*o*-LDNC



Photo 7 Dibasic-*m*-LTNC



Photo 5 Lead nitrate-*o*-LDNC



Photo 8 Tribasic-*m*-LTNC

それらの鉛塩の諸性質を次に検討することとした。

また上記の合成薬の代表的な結晶は Photo 3~8 に示す通りで、Dibasic-*o*-LDNC と Tribasic-*o*-LDNC は、橙黄色無定形、Lead nitrate-*o*-LDNC は橙黄色板状、Lead acetate-*o*-LDNC は橙黄色球状、Dibasic-*m*-LTNC と Tribasic-*m*-LTNC は黄色菱形状である。

### 2-3 各鉛塩の性質

合成した各鉛塩について、発火点試験、落つい感度試験および摩擦感度試験を行ない感度特性を求めた。また代表的な合成薬を選定し、それを主対象として各鉛塩間の感度比較を行なった。次に点火薬または点火用爆粉の成分として使用する場合に考慮すべき性質として、電橋加熱による点火時間の測定を行なった。

#### 2-3-1 感度試験

感度試験は、ニトロフェノール系の鉛塩との比較ができるように野中ら<sup>11)</sup>の方法に準じて行なった。

発火点試験はクルップ式発火点試験器により、一回の試料量を約5 mg として試験した。衝撃試験は112 g 落球試験機を使用し、UD 法で試行回数100として行ない、摩擦試験はBAM 式摩擦試験機により荷重変化5~8段階、同一荷重の試行回数10として試験した。

発火点試験から求めた5秒発火点、落球衝撃試験でUD 法により求めた50%爆点(落高 cm)および摩擦試験で得た摩擦感度曲線から推定した50%爆点(荷重 kg)を一括して Table 3 に示す。

また元素分析結果に基づいて Table 3 で\*印を付した薬種をそれぞれ代表的な鉛塩として、それに対する各感度曲線を Fig. 1, 2 および 3 に示す。

Table 3 Sensitivity characteristics of Lead salts

Species	No.	Ignition temperature at 5 sec point (%)	50% Initiation point	
			Impact test (cm)	Friction test (kg)
<i>o</i> -LDNC	No. 1	243	28.19	9.4
	*No. 2	246	27.93	10.5
	*No. 3	247	25.50	12.2
	No. 4	245	24.50	13.0
	*No. 5	243	26.97	10.5
	*No. 6	245	27.55	10.5
<i>m</i> -LTNC	*No. 1	226	27.17	0.32
	No. 2	225	17.06	0.49
	No. 3	211	10.63	0.50
	*No. 4	220	14.84	0.54

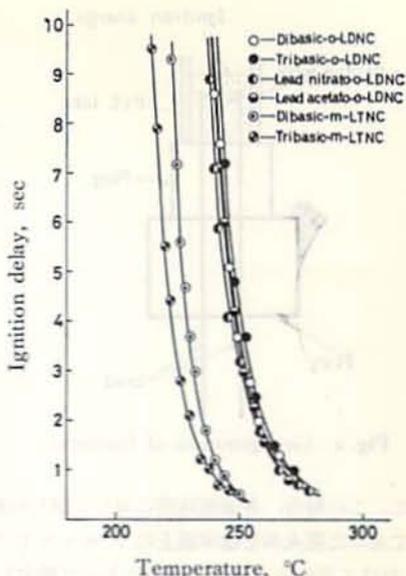


Fig. 1 Ignition delay as a function of temperature

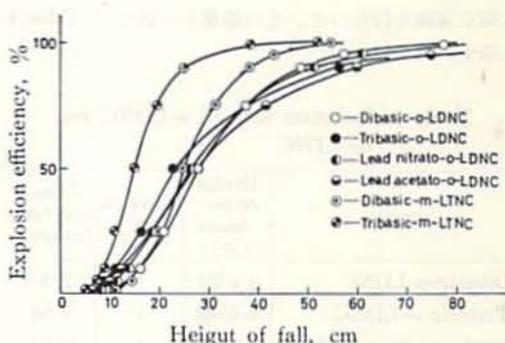


Fig. 2 Impact sensitivity curves

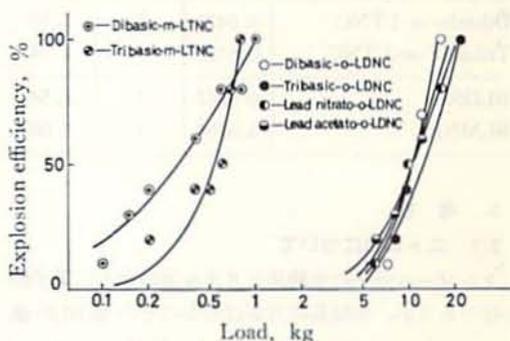


Fig. 3 Friction sensitivity curves

#### 2-3-2 点火時間の測定

合成した鉛塩の代表的な薬種について、試料約10 mg を粉状のまま Fig. 4 に示すように電橋の周囲に軽く圧してつめ、直流による点火試験を行なった。電橋に流す電流値を1.0 A と一定にし通電時間を変えて

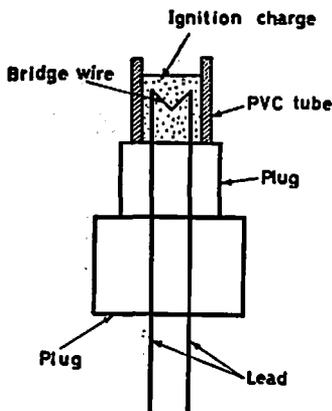


Fig. 4 Configuration of fusehead

試験した。この場合、各通電時間に対して試行回数を20として求めた発火率を確率紙上にプロットして、1.0Aにおける平均点火時間を内挿によって推定した。比較のため塩基性モノニトロレゾルシン鉛(BLMNR)と塩基性ジニトロレゾルシン鉛(BLDNR)についても同じ実験を行なった。その結果を一括して Table 4 に示す。

Table 4 Exitation time of *o*-LDNC and *m*-LTNC

Species	Bridge resistance ( $\Omega$ )	Current (A)	Exitation time (m sec.)
Dibasic- <i>o</i> -LDNC	0.6387	1	2.53
Tribasic- <i>o</i> -LDNC	0.6588	1	3.04
Lead nitrate- <i>o</i> -LDNC	0.6436	1	2.57
Lead acetate- <i>o</i> -LDNC	0.6381	1	2.36
Dibasic- <i>m</i> -LTNC	0.6472	1	2.50
Tribasic- <i>m</i> -LTNC	0.6326	1	2.14
BLDNR	0.6467	1	2.54
BLMNR	0.6459	1	3.00

### 3. 考察

#### 3.1 ニトロ化について

クレゾール分子の水酸基とメチル基はともに電子供与性であるが、水酸基の方がはるかにその傾向が強い。そのため *o*-クレゾールでは4,6位が、*m*-クレゾールでは2,4,6位が活性化されているので、それらの位置に電子求引性のニトロ基が入りやすいと考えられる。本実験におけるニトロ化では、その活性化された位置全部にニトロ基を導入するので、反応を途中で制御する必要もなく、合成は比較的容易であるが、メチル基が酸化作用を受けやすいので注意を要する。先ずスル

ホン化を行なうのは、クレゾールを硝酸や混酸で直接ニトロ化すると、反応が激しすぎタール状物質等が副生し収率が低下するとともに分離、精製も困難となるが、スルホン化を経ると反応が平滑に進むことを利用するためであり、またスルホン酸基がベンゼン核を安定化して、硝酸の酸化作用によってメチル基等が酸化されるのを抑制し硝化反応を促進するためである。また、水酸基によって活性化されているので、スルホン酸基をニトロ基で置換する反応は容易に進行する。収率は *o*-DNC で70%前後、*m*-TNC では約40%である。このようにスルホン化を経ることによってクレゾールの活性化された位置に円滑にニトロ基が導入されるので、目的物以外のものを副生することが少なく、製造が比較的容易であり、その点レゾルシンのニトロ化等に比較して有利であると考えられる。

#### 3-2 鉛塩化について

鉛塩はいずれも錯塩であり、前記の反応式のように反応が進み、元素分析値によって所望の鉛塩が合成されたとみなしたが、反応条件の違いによって同じ種類の鉛塩でも元素分析値がわずかに異なっている。不純物が副生して元素分析値に変動を与えることは、理想的な条件以外では避けられない現象であり、反応物の量、反応温度、濃度、反応時間などが不純物の混入を支配する因子である。

本合成においては、水酸化ナトリウムの量を意識的に変化させることによって、Lead nitrate-*o*-LDNC や Lead acetate-*o*-LDNC を合成したように、反応物相互の量的関係が所望の鉛塩を合成するために最も重要である。さらに反応溶液中に水酸イオンが過剰に存在していると、生成した鉛塩の鉛量が理論値より高くなる傾向があり、反応溶液中の水酸イオンの量が不純物の副生による鉛量の変動を支配する重要な因子であると考えられる。このため過剰な水酸イオンが反応溶液中に存在しないような合成操作も重要である。

Lead nitrate-*o*-LDNC と Lead acetate-*o*-LDNC の合成を除いて、鉛塩化においては硝酸鉛または酢酸鉛のいずれかを使用したか、そのいずれを使用しても元素分析値には大きな差が認められない。

#### 3.3 感度特性について

5秒発火点、落球試験における50%爆点(落高)および摩擦試験の50%爆点(荷重)は Table 3 に示すとおりである。また代表的鉛塩についてそれぞれの感度曲線を Fig. 1, 2 および 3 に示したが、各感度試験において爆と判定された場合でも鉛塩の種類によってその様相は異なっている。

発火点試験では *m*-LTNC の方が *o*-LDNC よりも大きな爆発音を発する。落球試験においては、*m*-LT

NC では爆と判定される場合爆音を発し完爆するものがほとんどであるが、*o*-LDNC では試料が多少残ったり、炭素分が残って半爆となるものや、分解の状態を示すものが多い。特に *Dibasic-o*-LDNC の場合はほとんどが分解である。更に摩擦試験でも爆と判定される場合、*m*-LTNC はほとんどが強爆音を発するが、*o*-LDNC は強爆音を発するものではなく弱爆音または発炎である。特に *Tribasic-o*-LDNC は大部分が発炎である。

Table 3 および Fig. 1, 2 および 3 に示す結果から次のような一般的傾向が認められる。

- (1) *o*-LDNC と *m*-LTNC とでは、*m*-LTNC の方が感度が高い。特に摩擦感度においてその差が著しい。
- (2) *o*-LDNC では各感度とも薬種間の感度値に大差がない。
- (3) *m*-LTNC では、摩擦感度を除いて *Tribasic-m*-LTNC の方が *Dibasic-m*-LTNC よりも感度が高い。

さらに前記の発火および爆発の様相を考慮に入れるならば、

- (4) 取扱中に発火した場合、爆発に至る危険性は *m*-LTNC の方が *o*-LDNC よりも大きい。

またこれらニトロクレゾール系の鉛塩の感度を野中ら<sup>11)</sup>のニトロレゾルシン系の代表的鉛塩の感度と比較すると、*o*-LDNC の場合、発火点は BLDNR と同じ位で、衝撃感度は BLDNR よりも高いが摩擦感度は BLDNR よりもかなり低い。*m*-LTNC の場合、発火点はモノニトロレゾルシンの鉛塩と同程度であるが、衝撃感度および摩擦感度は中性ジニトロレゾルシン鉛と同程度の感度値を持っていると考えられる。なお発火、爆発の様相の違いについて検討する必要がある。

#### 3-4 点火時間について

Table 4 にニトロクレゾール系の鉛塩についての結果と点火薬としてすでに一部で実用されている BLDNR や BLMNR の結果を一括して示したが、*Tribasic-o*-LDNC は BLMNR と同程度の点火時間を示し、他のニトロクレゾール系鉛塩では、BLDNR と大差はなくむしろそれよりも点火時間の短いものも見られる。

発火の状況は、*m*-LTNC の方が *o*-LDNC よりも激しい爆発音を発し、BLDNR の場合に類似している。

点火時間だけからみれば、本合成の鉛塩は点火薬または点火用爆粉の成分として実用の可能性があると考えられるが、さらに点火薬として必要な諸条件、たと

えば点爆薬への着火能力、耐湿性、保存性、他の化合物や金属との反応性等について検討を加える必要がある。

#### 4. 結 言

本研究においては、第1段階として *o*-クレゾールと *m*-クレゾールのニトロ化と、それらニトロ化物からさらに鉛塩を合成することを試みた。第2段階では、鉛塩の感度特性を主体とする諸性質を検討した。

ニトロ化はスルホン化を経ることによって、比較的容易に進行して目的物が合成される。鉛塩化では反応物相互の量的関係を規制するとともに、反応溶液中の水酸イオンの量が過剰にならないようにすることによって不純物の混入が抑制される。しかしなおまだ最適反応条件について検討する余地がある。

合成した鉛塩の感度については、*m*-LTNC は *o*-LDNC よりも高感度であり、*o*-LDNC では各感度とも薬種による差はほとんどない、ということが一般的に認められる。また、点火時間の測定では点火薬として実用の可能性を示すような結果が得られている。

おわりに、本研究に際して終始有効なる御助言を賜わり、適切な御指導をして下さった防衛大学校教授岡崎一正氏、合成実験に御協力いただいた旧昭和化成製品株式会社戸塚工場（現日本工機白河製造所）の検査課研究係の諸氏ならびに摩擦感度試験の実施に当り御援助下さった東京工業試験所第7部の水島容二郎氏に厚く御礼申し上げる。

#### 文 献

- 1) L. A. Burrow and C. A. Woodbury (du Pont), U. S. P. 2205081 (1940)
- 2) L. A. Burrow and G. A. Noddin (du Pont), U. S. P. 2268372 (1941)
- 3) W. F. Filbert (du Pont), U. S. P. 2511669 (1950)
- 4) L. Rubenstein, W. Taylor and I. C. I., B. P. 471907 (1937)
- 5) W. E. Schulz (du Pont), U. S. P. 2882819 (1959)
- 6) M. L. Dolt and A. G. Hill, U. S. P. 2325753 (1944)
- 7) G. Fricke and R. Kaltofen, Ger (East) 12398 (1956)
- 8) T. Urbanski, "Chemistry and technology of Explosives" Vol. 1, p. 532, (1964)
- 9) L. Rubenstein and I. C. I., B. P. 495411 (1938)
- 10) L. A. Burrow and W. F. Filbert (du Pont), U. S. P. 2175249 (1939)
- 11) 野中明範, 岡崎一正, 工火協誌, 32, 68 (1971)

## Lead Salts of 4,6-Dinitro-*o*-cresol and 2,4,6-Trinitro-*m*-cresol

by N. Furusawa

The information relating to the preparation and properties of lead salts of dinitro-*o*-cresol and trinitro-*m*-cresol has been insufficient.

This paper presents the results of experimental investigation on the preparation and properties of these lead salts. The methods of preparation have consisted in adding a solution of lead nitrate or lead acetate to a sodium hydroxide solution containing dinitro-*o*-cresol or trinitro-*m*-cresol.

The sensitivities to heat, impact and friction were determined on various species of the lead salts which were prepared according to the methods above-mentioned. The results obtained are summarized in Table 3, and more detailed sensitivity curves for representative species are shown in Fig. 1, 2 and 3.

The excitation time of hot wire ignition for the lead salts including a basic lead mononitro resorcinat and a basic lead dinitroresorcinat are also summarized in Table 4.

(Defense Academy, Yokosuka, Japan)