

め洗滌し 110°C で乾燥したものを用いる。

Ⅶ 水不溶解物の定量法

採取試料 0.5~0.6 g を秤量して 1~6 cc の水を加へ 80°C に温め溶解後残る秤量したダーク増増で沈澱を濾過し 4 cc の水で洗滌し増増を 110°C で 5 時間乾燥してデシケター中に一夜放置後秤量し沈澱物を定量す。

終りに本研究に御協力下さった難波桂芳助教授並に終始御指導御懇誼を賜った千藤工學博士に厚く感謝致します。

文 献

- (1) Erelen myer: Ann, 146 (1868), 253; Tousselin: Compt rend, 88 (1880), 1086; Bull Soc. chim [2] 34 (1880), 497; Patard: Mém. Poudre, 13 (1905/6), 155; D. R. P., 209431 (1907); D. R. P. 222552 (1908); Fuiedl, 9 (1911) 93; Daris: U. S. P. 1440063; Ewan: J. Soc. chem. Ind., 40 (1921) 109; Blair, Braham: J. A. C. S., 44

- (1922), 2342—52; Davis: org. Synthesis, 7 (1927), 46, Smith, Sabett, Seimbach: Ind. Eng. chem., 23 (1931), 1124—9; Burn, Gay, Brit. P. 507498, 日本特許 103633; 128303; 141939; 加藤興五郎; 電気化学, 昭和 8 年 81 頁
- (2) Werner, Bell: J. chem. Soc., 118 (1920), 1133.
- (3) Bleir, Braham: J. A. C. S., 44 (1922) 2342; 杉野, H 化 60 (昭和 14 年) 35f, 東京工大學報, 第 8 卷 (昭和 14 年) 99.
- (4) Ewan, Young: J. Soc. chem. Ind. 40 (1921) 109.
- (5) Smith, Sebetta, Seimbach: Ind. Eng. chem., 23 (1931), 1124; Davis: U. S. P., 1440063; Burno, Gay: Brit. 507498.
- (6) 杉野: 日本特許 128303, 141939, H 化 60 (昭和 14 年,) 365. (7) 大戸, 昭 21, 4 月, 工業化学會年會講演。

Studies on Nitrogen Compounds (IV)

Preparation of Guanidine Nitrate

By Junzo Noguchi

- 1) Studying in details on melting reaction of ammonium nitrate and dicyandiamide, the producing method of guanidine nitrate was determined.
- 2) Temperatures in the range of 160~200°C and also times did not affect the reaction; under such condition, the products were guanidine nitrate of about 80% and non-soluble matter of about 1%. But in particular, the temperature about 190°C was most favorable for the reaction.

電 気 雷 管 に 関 す る 研 究

(昭和 24 年 6 月 21 日 受理)

岡 崎 一 正

(東京大学第一工学部火薬學教室)

第三報 白熱電気雷管の点火時間及び点爆時間の測定に就て

I 緒 言

電気雷管に電流を通じ始めてから点火薬が着火する迄の時間(点火時間), 点火薬が着火してから点爆薬が爆轟して電機が切断される迄の時間(点爆時間)等は

電気雷管の被点火性及び雷管性に關係する重要な要素である。纖維狀綿薬を点火薬とする我國現用の電気雷管に對しては電機が切断される迄の全時間を基にして間接的な測定から点火時間と点爆時間との概略の値が求められているが個々の試料に就ての兩者の直接測定

値がないので電磁オシログラフを用いて現在の大號電氣雷管の直流による點火時間、點爆時間等の測定を試みに。

II 實驗方法

點火藥の燃焼熱によつて電橋の電氣抵抗變化が急に始まり點を見出して點火時間、更に爆粉が爆轟して電橋が切斷され従つて電流が遮斷されることによつて點爆時間を直接にオシログラムから求めんとした。オシログラムでは電氣抵抗變化が電流變化となつて現われるのであるから電橋の抵抗變化に應じて回路の電流變化が著しくなるように電壓の小さな適當な電源を用いるべきである。Drekop⁽¹⁾は同様な方法でオシログラムに特別な増幅裝置を併用しているが、電磁オシログラムに於てもバイブレーターの振れを高率にし、且つ點火電源の電壓が小さくあるならば、かゝる増幅裝置を用いなくても電流の急變する點を十分に測定することが出来る。實驗裝置の概要は圖1の如くで、この場合にEは1.5—2Vの電池とした。先づ端子Sに試料の抵抗と同一の基準抵抗を接続し可變抵抗R₀を調節して回路に所望の電流が流れるようにして置き、次に基準抵抗を試料と取換へ他の條件は前と同一にして試料に電流を通じ、電橋の温度上昇による抵抗變化、従つて電流の變化曲線をオシログラムにて撮影した。時間は500ナイクルの音叉發振器によつて記録した。

大號電氣雷管(4尺脚線付)を試料としたが得られた電流曲線に就て點火過程、點爆過程等に於ける諸現象の推測を容易ならしめる爲に電橋單獨及び大號電氣雷管にして點爆藥と添裝藥とが裝填してない試料(以下之を空雷管試料と略記する)に對する電流曲線をも求めた。

III 實驗結果及び考察

上記3種の試料の描いた電流曲線の形を一括圖示すれば圖2の如くで夫々太い實線は電氣雷管の、二本の

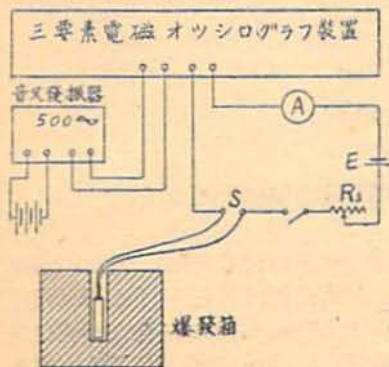


圖 1

點線は空雷管試料の、鎖線は電橋單獨の電流曲線を表わす(但し圖には音叉の時間記録波を省略した)。之等の曲線を比較すると電氣雷管及び空雷管試料に於て

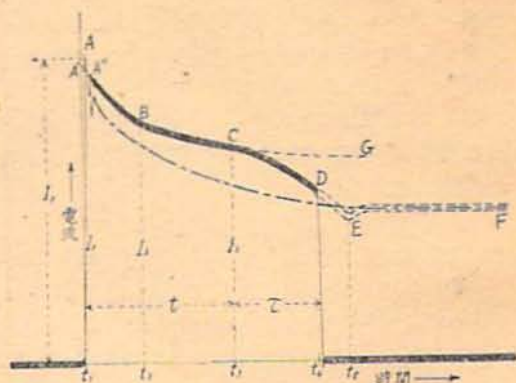


圖 2

は電橋の周圍に綿藥が存し綿藥の熱傳導率は空氣のそれより大である爲に初めは電橋單獨の場合に比し電橋の温度上昇が緩やかであり、若し此の綿藥の分解、發火が起らなければ電橋單獨の場合と同様な傾向の曲線ABCGを描くものと思われるが實際には曲線ABCDの如くCに於て變曲し、電氣雷管では點爆によりDに於て電流が遮斷され、空雷管試料では電橋が遮斷しなければ更に二本の點線で示す如くEFと進みEなる極小點を経て電橋單獨の場合の曲線に一致するに至る。故に之等の曲線の形狀からC附近で綿藥が發火し電流熱に燃焼熱が加わつて電橋の温度上昇率が急に大となり、従つて曲線の勾配を變ずるものと推測され、更に空雷管試料の場合ではEは綿藥が殆んど燃焼して電橋がその燃焼熱を最も強く受けた點を示すものと見做される。此の推論に對する検討は暫らく措くとして、圖に於てCが綿藥の發火した點を示すものとして $t_4 - t_1 = t$ を點火時間、 $t_4 - t_3 = \tau$ を點爆時間、 $t_5 - t_3$ を綿藥の燃焼時間とした。而して此の場合に所謂點火力積 $K = \int_{t_1}^{t_5} I^2 dt$ を圖に示す如く電流の亂れの無くなつた附近の點A'とBとを結ぶ直線が電流軸と交る點をA'とし、A'B, BCを夫々近似的に直線と見做して次の如く簡単に算出した。

$$A', B, C \text{ に於ける電流の強さを夫々 } I_1, I_2, I_3 \text{ とし、} A' \text{ から } B \text{ 迄に供給された電流力積を } K', B \text{ から } C \text{ 迄のそれを } K'' \text{ とすれば}$$

$$K = K' + K'' \dots\dots\dots (1)$$

$$K' = \int_{t_1}^{t_2} I^2 dt = \frac{t_2 - t_1}{3} (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2) \dots\dots\dots (2)$$

同様にして

$$K'' = \frac{t_5 - t_3}{3} (I_2^2 + I_2 I_3 + I_3^2) \dots\dots\dots (3)$$

故にオシログラム上で t_1, t_2, t_3 及び I_1, I_2, I_3 を実測すれば上の (1), (2) 及び (3) 式から K が求められる。次に此の K の値を $K=\bar{I}$ に代入して平均流通電流 $\bar{I}$ を得る。

例として初電流が 0.8A 及び 0.55A の場合に於ける六號電氣雷管の個々の試料に対する t 及び τ の実測値並びに上の如くにして得た K 及び $\bar{I}$ の計算値を表 1 に示す。

空雷管試料に対しても K 及び $\bar{I}$ の値につき上表と略ぼ同様な結果が得られ、更に此の場合には前記の純薬燃焼時間として供試試料中の最大値 18.0ms, 最小値 8.0ms, 平均値 10.7ms を得た。

かくの如く初電流が同一で且つ抵抗も殆んど同等な試料間で點火時間、平均流通電流等が各々かなり異なる。

表 1

電圧の電圧 $E=2V$, 初電流 $I_0=0.8A$ の場合				
電氣雷管 の抵抗 (Ω)	點火時間 t (ms)	點爆時間 τ (ms)	點火力積 K (mWs/ Ω)	平均流通 電流 $\bar{I}$ (A)
1.44	14.0	10.2	6.32	0.67
1.44	13.4	10.5	6.11	0.68
1.44	17.2	10.2	7.28	0.65
1.42	14.0	7.7	6.14	0.67
1.42	16.5	9.5	7.35	0.67
1.44	14.4	8.6	6.80	0.69
1.44	14.2	8.0	6.80	0.69
1.42	15.8	9.8	7.22	0.68
1.44	16.4	7.0	7.35	0.67
1.37	16.7	6.0	7.04	0.65
1.36	12.6	7.0	5.76	0.68
1.37	13.8	12.0	6.25	0.69
1.44	11.4	9.4	5.28	0.68
1.44	14.4	7.0	6.48	0.67
1.32	12.8	8.6	5.80	0.67
1.35	14.4	13.2	6.81	0.69
1.42	18.4	10.8	8.98	0.70
平均	14.7	9.1	6.69	0.68
$E=1.5V$, $I_0=0.55A$ の場合				
1.34	33.0	9.4	7.44	0.47
1.34	32.4	9.8	7.10	0.47
1.34	36.7	9.0	8.38	0.48
1.35	22.0	13.6	4.84	0.47
1.31	29.0	7.9	6.49	0.47
1.39	30.2	9.1	6.79	0.47
1.31	42.0	10.4	9.18	0.47
1.38	37.5	15.3	7.76	0.46
1.34	30.5	11.2	6.79	0.47
平均	32.6	10.6	7.20	0.47

のは電橋の直徑及び比抵抗が不同であれば勿論である

が其他主として電橋の形状、電橋と純薬との接觸状態、或は純薬の密度等に、又一般に點爆時間、燃焼時間等の差異は純薬量、純薬の密度等によるものと考えられる。

以上では電橋の切斷は爆粉の點爆によるものと假定して電橋の切斷點を以て點爆時間を定めたのであるが電橋の切斷が燒斷による場合即ち燒斷が點爆に先行する場合或は純薬の燃焼生成ガスによる壓斷が點爆に先行する場合には純薬の發火後電橋の切斷される迄の時間を以て點爆時間とすることは出来ない。そこで六號電氣雷管と空雷管試料との電橋切斷時間（電流を通じ始めてから電橋が切斷される迄の全時間）を比較した。空雷管試料の場合には電橋の切斷は明かに燒斷又は純薬の燃焼による壓斷である。

此の場合の實驗方法は前と略ぼ同様であるが電橋の抵抗変化によつて電流が著しく變化する必要はなく寧ろ電橋が切斷される迄の全體を通じて一定の電流が流れるようにする方が都合がよいので回路を流れる電流に對して電橋の抵抗変化による影響が無視される程度に電氣雷管以外の回路の抵抗を大にし、從つて電圧の大なる電源を用いた。即ち圖 1 の E を 50V の蓄電池とした。

かくして測定した六號電氣雷管及び空雷管試料の電橋切斷時間を表 2 に示す。

表 2

流通電流 (A)	0.9	0.8	0.7	0.6
六號電氣雷管の 電橋切斷時間 (ms)	13.2	17.6	22.3	26.3
	13.0	16.1	22.0	25.9
	15.5	16.6	22.1	29.3
	-	19.1	25.0	30.2
	-	16.7	22.2	24.6
	-	-	22.7	29.0
	-	-	-	27.2
平均	13.9	17.2	22.7	27.5
空雷管試料の 電橋切斷時間 (ms)	13.5	17.7	25.6	61.8
	13.9	19.0	30.9	43.2
	14.1	20.4	35.4	46.7
	-	19.7	38.4	35.8
	-	19.0	34.0	43.0
平均	13.8	19.2	32.9	46.1

0.6A 及び 0.7A に於ては兩試料間の切斷時間の開きが大きで燒斷が點爆切斷に遅れることが明瞭であるが 0.8A 以上に於ては切斷時間が接近しているので 0.8A 以上では燒斷が點爆に先行する可能性が認められる。併し空雷管試料では點火部以外の管體內が空洞になっているのでその影響が考えられ單に兩試料の切斷時間を比較しただけでは正確な斷定が出来ないので空雷管試料によらないで六號電氣雷管だけで直接にこの點

を確める爲に管壁(點爆藥の裝填してある位置)上に薄い絶縁紙テープを巻きその上に徑約 0.05 mm の細い銅線を巻附けこの銅線を電橋と並列にオッシログラフの別のエレメントに入れ、電氣雷管に電流を通ずると同時にこの銅線に約 0.2A の電流が流れるようにし、兩者に於ける電流流通の状況を同時に撮影して電氣雷管の電橋とこの銅線との切斷點を比較した。その結果は豫想通り電橋を流れる電流が 0.7A では兩線が同時に切斷し、0.8A 以上では銅線の切斷が遅れているので、この結果からも 0.8A 以上では燒斷が點爆切斷に先んずるものと思われる。而して表1に掲げたものは平均流通電流としていづれも 0.7A 以下の場合であるから點爆切斷前に燒斷することなく、従つて τ を點爆時間として差支ないであろう。

IV 結 言

點火藥の燃燒熱によつて電橋の抵抗變化率が増加し始まる點をオッシログラフで促えて點火時間を定めたのであるが此の點、即ち圖1の電流曲線中の點Cと實際に點火藥の發火生起の點とが正確に一致するか否か

若干の疑義が存する。併し此の方法では直接に基準になるのは點Cであり、又實際に電氣雷管を直列に連結して直流電源で發火させた結果からも電流曲線のこの明瞭に勾配を變じ始めた點C迄の時間を點火時間として大なる誤差はないようである。次に同圖のCからD迄の時間を點爆時間としたがDは爆粉の爆轟により電橋が切斷された點で嚴密には眞の點爆から若干時間の遅れがあり、この時間を正しくは點爆切斷時間と云ふべきである。併し直列連結での發火に對して問題になるのは眞の點爆時間ではなくしてこの電橋が切斷される迄の時間であるので之を簡單に點爆時間と云ふことにして測定した。尙電橋の燒斷が點爆に先行する場合には電氣雷管の發火に關しては點爆時間はその重要性を失ひ、點火藥の發火後電橋の燒斷する迄の時間が點爆時間に代り、Dを燒斷點として同様にオッシログラフから求められるが之は點爆時間と異り電流の強さによつて著しく變化するものである。

文 獻

- (1) 疋田：火薬協会誌 10 (1942) 279.
- (2) Dreikopf: Z. S. S. 29 (1934) 46.

Studies on Electric Detonators III. Determination of Time-lags for Ignition and Detonation of Incandescent Detonators

By Kazumasa Okazaki

When the electric current is applied to an incandescent detonator, there exist the induction period until its ignition charge is ignited and then priming charge is initiated.

The durations of these periods, i. e. ignition and initiation lag, were separately measured for the industrial electric detonators by use of electro-magnetic oscillograph.

For example, for the average electric current of about 0.7 A, it was required for 11.4~18.4 ms. to ignite the ignition charge, and then 6.0~13.2 ms. to initiate the priming charge. Apparently the ignition lag is the function of electric current and shortened with increasing electric current, but the initiation lag will not be influenced by the electric current applied. It was also found that for electric current not less than 0.8 A, the bridge wire would be fused before the initiation of priming charge.