

ニトロセルロースの電気火花感度の温度による変化

長谷川隆之*, 本橋 覚*, 香川 豊*
吉田忠雄*, 水島容二郎**

エネルギー物質の昇温下での感度を測定するために加熱電気火花試験機を試作した。この試験機を室温から180℃までのニトロセルロースに最初に適用した。実験は、ブルーストンのアップ・アンド・ダウン法を用いて行い、解析した。50%着火エネルギー E_{50} は温度とともに減少し、ニトロセルロースの5秒発火点230℃付近で0に近づいた。

1. はじめに

化学物質の電気火花感度は安全上重要な性質である。エネルギー物質などの発火爆発事故の原因として、電気火花は重要なものの1つである¹⁾。日本では、エネルギー物質の電気火花感度は筆者ら^{2, 3)}および黒田ら⁴⁾によって測定され発表されている。電気火花感度測定は測定装置によって異なった値を与える⁵⁾。したがって、感度の比較を行うためには同じ装置を用いて行う必要がある。筆者らはこのために水島の開発した3種の電気火花感度試験機を用いて測定を行ってきた。すなわち、中感度物質用⁶⁾、高感度物質用⁶⁾および簡易型電気火花感度試験機^{7, 8)}を用いて、起爆薬、爆発性化合物および酸化剤-可燃物混合物の電気火花感度を測定してきた。

従来行われてきた電気火花感度の測定は、常温における測定である。しかし、高温での電気火花の発生とそれによる物質への着火は常温より容易である可能性が高い。水島は、加熱下で電気火花感度を測定できる加熱電気火花試験機を開発した。筆者らはこの測定装置を用いて常温から180℃までの温度でニトロセルロースの電気火花感度を測定した。

ニトロセルロースを最初の実験試料として選んだのは、乾燥ニトロセルロースが帯電しやすく静電気発火

の危険性が高いことと、熱安定性が低く比較的低温で電気火花感度が高くなることが予想されるからである。

2. 実験

2.1 試料

窒素量13N%の乾燥粉末ニトロセルロースを用いた。これは点火玉などのバインダーとして用いられている物質である。ニトロセルロースは比重が小さいので1回の試料量は約10mgである。

2.2 装置

用いた加熱電気火花試験機は、高圧パルス電源部と加熱電極部からなる。高圧パルス電源部の回路図はFig. 1で示され、電源スイッチ、スライダック高電圧トランス、整流器、抵抗と組み合わされた電圧計、複数のコンデンサーおよび点火スイッチからなる。

用いられているコンデンサーは油コンデンサーで、容量549 pFから0.504 μ F間でのものが組み合わされて用いられている。組み合わされたコンデンサー容量は549 pF, 2330 pF, 7090 pF, 0.0299 μ F, 0.0519 μ F, 0.1795 μ Fおよび0.504 μ Fである。用いることのできる充電エネルギー範囲は、0.02J~80Jである。

加熱電極部の構造はFig. 1の右側に示した。電極、試料PVC管およびヒーターよりなる。電極はステンレス製で先端部は直径1.5 mm、長さ2 mmで、電極間隔は1.0 mmである。PVC管は長さ7 mm、内径4.0 mm、肉厚0.5 mmである。粉末試料はこのPVC管に緩く充填する。

放電電極加熱炉の温度コントローラーの回路図をFig. 2に示す。100Vの交流電圧がOMRON社製の温度コントローラーに入り、管状シースヒーターに通電して電極および試料を加熱する。コントローラーは、

1998年7月31日受理

*法政大学工学部物質化学学科
〒184-0002 小金井市梶野町3-7-2
TEL 042-387-6132
FAX 042-387-6132

**細谷火工(株)技術開発センター
〒197-0801 あきる野市菅生1847
TEL 0425-59-2578
FAX 0425-59-2413

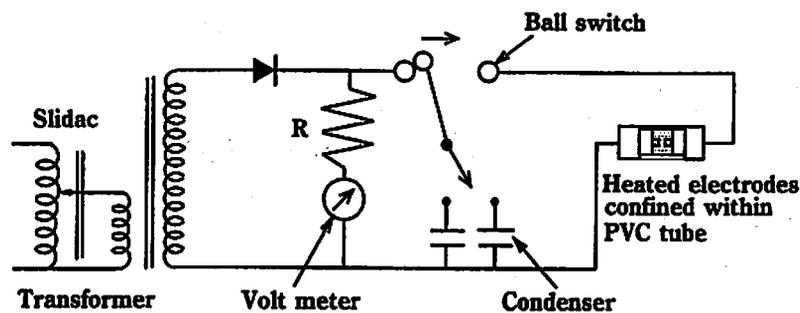


Fig. 1 The electric circuit of the heated electric spark tester

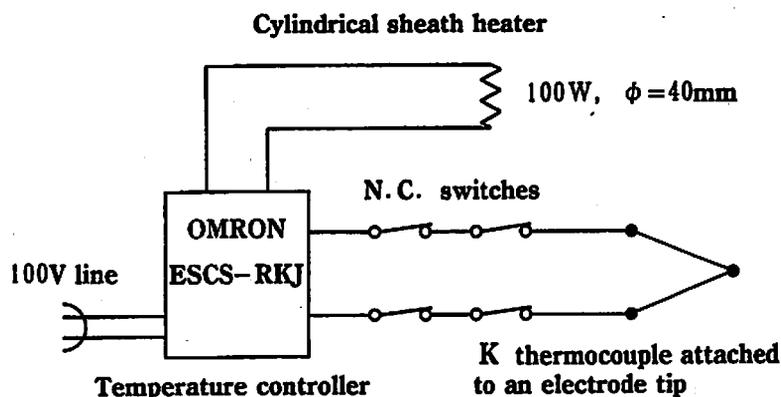


Fig. 2 The electric circuit of the heater for electrodes

電極の一端に接したK熱電対と結ばれており、その熱電対からの信号によりシーシヒーターへの通電を調節する。熱電対とコントローラーの間には二組のN.C. (Normally Closed) スイッチが付いている。これらは通常は閉じられているが、放電時には熱電対に誘発される電流によるコントローラーの損傷を防ぐために開かれる。このコントローラーは試験温度を設定し、作動スイッチを入れると試料温度を設定温度まで高める。

2.3 実験法と判定法

実験はブルーストンのアップアンドダウン法¹⁰⁾によって行い、解析した。

放電エネルギーの算出は困難なので、充電エネルギーで放電エネルギーを置き換えて用いた。

$$\text{充電エネルギー} : E(\text{J}) = \frac{1}{2} CV^2$$

ここで、C : コンデンサー容量(F)

V : 電圧(V)

結果の判定は、ニトロセルローズが全部反応して消失した場合を着火とした。

3. 実験結果

実験結果のまとめをTable 1 およびFig. 2に示す。温度が高くなると小さい電気火花エネルギーでニトロ

Table 1 50% ignition energy of 13N% nitrocellulose and standard deviation (electrodes distance: 1.0mm)

Temp. [°C]	E ₅₀ [J]	log E ₅₀	s
20	0.47	-0.33	0.069
20	0.55	-0.26	0.244
20*	0.49	-0.31	0.042
35	0.67	-0.17	0.095
50	0.58	-0.24	0.201
75	0.39	-0.41	0.153
100	0.26	-0.58	0.071
125	0.25	-0.61	0.081
150	0.20	-0.71	0.074
160	0.23	-0.64	0.052
170	0.26	-0.59	0.044
170	0.32	-0.50	0.199
170	0.28	-0.56	0.165
180	0.20	-0.71	0.044

* Electrodes distance: 3 mm

セルローズは発火するようになる。ニトロセルローズの温度がその自然発火温度に達すると、ニトロセルローズは電気火花エネルギーを加えなくても発火する。ここで、ニトロセルローズの自然発火温度として

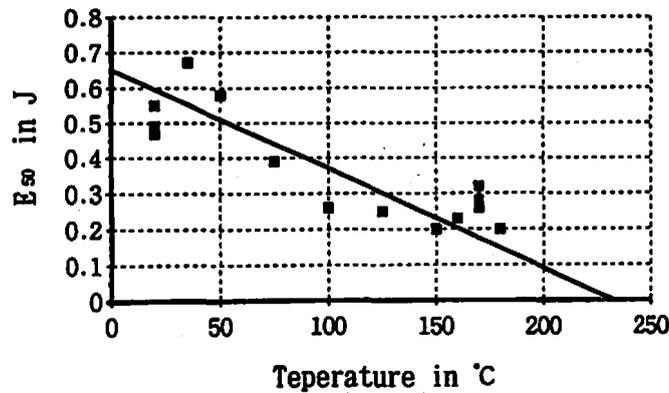


Fig. 3 Plot of E_{50} vs. temperature for the heated electric spark test of 13N% nitrocellulose

5秒発火点230°Cをとると、Fig. 2から E_{50} は温度の関数として近似的に式(1)で表すことができる。

$$E_{50} = 0.65 - 0.0028T \quad (1)$$

文 献

- 1) A. Bailey, D. Chapman, M. R. Williams and R. Wharton, Proceedings of the 18th International Pyrotechnics Seminar, Breckenridge, Colorado, USA, 13-17 July 1992, p. 33
- 2) S. Amari, F. Hosoya, Y. Mizushima and T. Yoshida, Proceedings of the 21st International Pyrotechnics Seminar, 11-15 September, 1995, Moscow, Russia, p. 13
- 3) S. Amari, K. Sato, T. Yoshida, Y. Mizushima and F. Hosoya, Journal of Pyrotechnics, Issue No. 3 Summer, 1(1996)
- 4) 黒田英司, 「反応性物質の静電気感度に関する研究」, 博士論文, 1997年3月
- 5) C. J. Dahn, A. Kashiani and M. Nguyen, Proceedings of the 17th International Pyrotechnics Seminar Connected with the 2nd International Symposium on Pyrotechnics and Explosives, Beijing, China, 28-31 Oct, 1991, p. 941
- 6) 細谷火工(株), 「電気火花試験機取扱マニュアル」, 1994
- 7) 細谷火工(株), 「簡易型電気火花感度試験機取扱説明書」, 1995
- 8) 甘利悟, 佐藤一也, 吉田忠雄, 岩倉正剛, 井口豊巳, 細谷文夫, 水島容二郎, 火薬と保安, 28(1), 9(1996)
- 9) 工業火薬協会編, 「工業火薬ハンドブック」, 共立出版, 1996, p. 508
- 10) W. J. Dixon and F. J. Maseg, McGraw-Hill, 2nd Edn., 1957. p. 318

**Electric spark sensitivity determination of nitrocellulose
using a heated electric spark tester**

**Takayuki HASEGAWA*, Satoru MOTOHASHI*, Yutaka KAGAWA*
Tadao YOSHIDA* and Youjiro MIZUSHIMA****

A heated electric spark tester was made for determining the sensitivity of energetic materials at elevated temperature. The tester was firstly applied to 13% N nitrocellulose from room temperature to 180°C. Experiments were performed and analysed using the Bruceton's up and down method. The 50% ignition energy E_{50} decreased with temperature and approached to zero at the 5 minutes ignition point 230°C of the nitrocellulose.

(*College of Engineering, Hosei University, 3-7-2 Koganei-shi, Kajino-
cyo, Tokyo 184-0002, Japan

**Technology Development Center, Hosoya Kako Co. Ltd., 1847 Sugao,
Akiruno-shi, Tokyo 197-0801, Japan)
