

トリシネートの静電気感度

黒田 英司*

トリシネートの静電気危険性を評価し、また標準の静電気感度試験法を確立するのに必要な資料を得ることを目的として、回路条件、電極形状及び試料条件を変えて、多数のトリシネートの静電気感度試験を実施した。

そのような実験によって、0.01 から 10 μ J と非常に広範囲にわたる最小点火エネルギーが観測された。そして、実験結果の一つの新しい解釈がなされ、最小点火エネルギーが大幅に変わる原因は、静電気放電から試料へのエネルギーの伝達とは直接には関係しない他の多くの因子の影響が、非常に大きいことによるということ、及び従来知られていた点火機構の他に、微小エネルギーで点火する新たに発見されたもう一つの点火機構による点火が存在するためであるということが示された。

1. 緒言

トリシネート（スチフニン酸鉛）は、静電気放電に対して非常に鋭感であり、トリシネートに関係する事故は静電気放電に起因する場合は非常に多いことが、古くから広く知られている^{1)~4)}。それにもかかわらず、トリシネートを含めて、一般に静電気に対して鋭感な起爆薬の、静電気感度を評価する標準の試験方法は、まだ定まっていない^{5)~7)}。

国内の過去のいくつかのトリシネート事故で、静電気のせいであると考えられた事故がいくつかあったが、その詳細については、明確にされないままに現在に至っているように思われる。^{8)~11)}

そのために、ここではトリシネートの静電気放電に対する広範囲の感度を検討し、さらには、起爆薬の標準の静電気感度試験方法の確立の助けになるような資料を得ることを目的として、広範囲のトリシネートの静電気感度試験を実施した。得られた多数の実験結果に対して、一つの新しい解釈をなし、また従来知られていた点火機構とは異なる新しい点火機構を見出した。

2. 実験

2.1 実験装置と実験手順

起爆薬の静電気感度を試験する方法としては、固定間隙法 fixed-gap method と接近電極法 approaching-electrode method がよく知られている^{5),7),11),12)}。その他に、前記両者を組み合わせた方法⁶⁾、プローブ

プレート法、パイプレート法^{13),14)}等も報告されている。当実験においては、まず最も一般的な鋭い先端をもった可動電極を使用する接近電極法によって試験を行なった。それから比較的曲率半径の小さい先端をもった可動電極を使用する接近電極法及び一種のプローブプレート法、また大きな曲率半径をもった電極を使用するプローブプレート法によって試験を行なった。

接近電極法による静電気感度試験装置は、初期には、元東京工業試験所の中野、水島両氏の製作された「針状電極近接式試験器」¹¹⁾を使用させてもらった。その装置は、小型モータ駆動の偏心回転体によって、アクリル棒のてこを動かして、その先端に取付けた針先電極をゆっくりと上下させて、試料を置いた基盤電極に接触させ、感度試験を行なう方法である。この他、小型モータ回転を上下移動に変換して、それによって針先可動電極を基盤電極に接触させる方法も用いた。針先可動電極を用いる場合は、ほとんどこの両方法で試験を行なった。

ある程度実験が進んだ段階で、針状電極の移動速度はほとんど感度へは影響を与えないことがわかり、また鋭い先端をもっていない可動電極の場合には、トリシネートが電極間で圧壊されて、絶縁膜を生じ、かなり強い力で基盤電極に押さえつけるように感度試験器を調節しても、しばしば絶縁が破れず、電気放電が起らないことが明らかとなった。そのために、鋭い先端をもっていない可動電極の場合には、電極体をアクリル棒の先端に取り付け、それを手で操作することによって感度試験を行なった。

手動では、まず電気が印加されていない状態で、可

昭和58年2月15日受理

*日本工機株式会社

〒961 福島県西白河郡西郷村長坂土生 2-1

TEL 02482-2-3111

動電極の操作による摩擦や衝撃で点火する最低のレベルをつかみ、そのレベルよりも十分に弱い力を加えて操作するように調節した。また、この場合には、個人差が結果に著しい影響を与えるために、全ての実験を筆者一人で実施した。以上の実験では、電気的エネルギーは全てコンデンサ放電によって与えたが、別に定電圧電源によって与える実験も行なった。

針先電極には、主として市販のもめん針を用いた。比較のためにガス針、絹針及び虫ピン（商品名：Thot Pins）を用いた実験も行なった。曲率半径の小さい電極には、もめん針の糸を通す頃の方を用いた。曲率半径の大きい電極には、2mm直径のドリルの刃（硬質スチール）の頭の部分を、原形状が大きくは変わらない程度にサンドペーパーでみがいて、滑らかにしたものを用いた。基盤電極は、全てステンレス（SUS 304）円柱の頂面を用い、その表面は試験の際に発火が得られたときには、目の細かいサンドペーパーでみがき、綿でふきとるために、非常に滑らかな面となっている。なお、可動電極も時折目の細かいサンドペーパーでみがき、また試験毎に綿でふき清浄にした。

コンデンサは0.2又は0.5mmの厚さのテフロンシートと1mm厚さの銅板を多層にして作った自製のものである。試験回数は、1つの発火率（以下の図の1プロット）当り、30又は50回である。試験は2月と3月に行ない、相対湿度40%以下のときに限って実施した。

2.2 試料

ほとんどの実験で、トリシネート試料はMgO法による工場量産品を用いた。一つの実験でのみ研究室でNa₂CO₃法で試製したものを用いた。実験は、普通には試製状態のままの結晶状のものについて行なったが、比較のために電気的に短絡した金属棒と金属基盤間で適度にたたきつぶしたもの、また十分に水を加えてメノウ乳鉢で十分に微細にすりつぶし、後に十分に乾燥したものについても行なった。

3. 実験結果

針先電極の形状の感度への影響を調べた結果を Fig. 1 に示す。縦軸は発火率（%）で、横軸は $1/2 \cdot CV^2$ （Cはコンデンサ容量、Vは充電電圧）から計算したコンデンサに貯蔵された全エネルギーである。用いた針は、虫ピン、もめん針、ガス針及び絹針で、後者ほど先端が鋭くなっている。なお、やわらかい虫ピンは放電による表面変化が考えられたために一回の試験毎に取り替えたが、他の針は数100回使用しても感度への影響はわずかであることが確かめられたので、30~50回繰り返し使用した。

明らかに、針先端形状が感度に影響しており、先端が鋭くなるほど、感度曲線は寝てくる。この他基

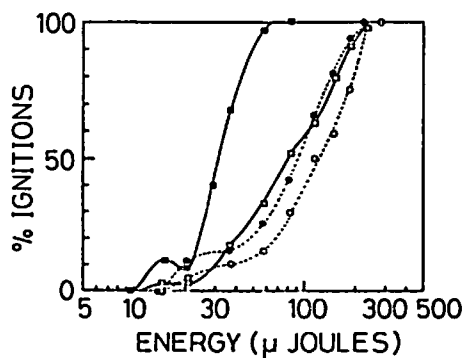


Fig. 1 Effect of electrode shape on ignition probability.
 —■— Insect pin ····●···· Cotton needle
 - - - □ - - - Gau needle - · - · - ○ - · - · Silk needle
 (C=468 pF, approaching electrode apparatus)

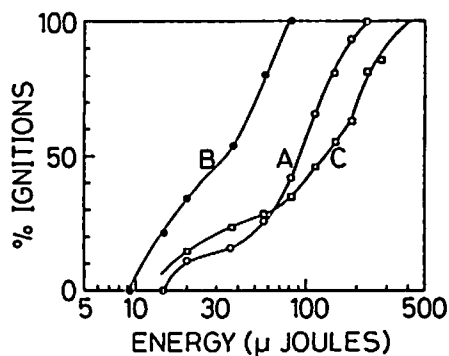


Fig. 2 Effect of crystal shape on ignition probability
 A: MgO method, mass products
 B: Na₂CO₃ method, laboratory products.
 C: " " "
 (C=468pF, cotton needle, approaching electrode method)

盤電極を銅板にしたが、ステンレスとの差異はごくわずかで、針先形状の影響に比べれば無視できるほどのものであった。

結晶形状の感度への影響を Fig. 2 に示す。3種の結晶のうち、Aは他の全ての実験で使用したものと同じで、MgO法による工場量産品である。BとCは研究室でNa₂CO₃法で試製したものである。Aは赤橙色六方晶型、Bは黄橙色菱形板状型、Cは黄色六方晶型である。結晶粒は、Bが平均してよく揃っており、特に大きい結晶も微結晶もない。逆にCは3種の結晶のうちでは最も大きい結晶があり、また微結晶も多数あった。Aはその中間の粒度と粒度分布であった。3つの結晶間には明らかな差異が認められる。この他、不発火のものを集めたスス混じりの試料（結晶A）について、もめん針

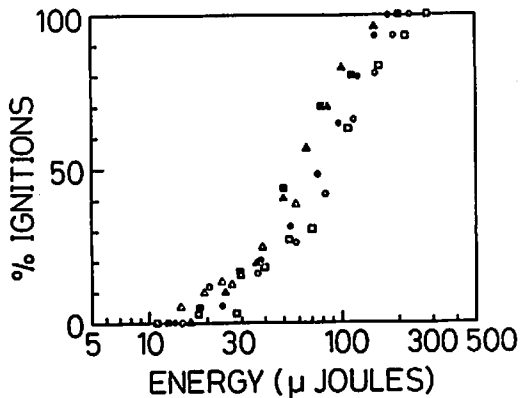


Fig. 3 Effect of capacitance on ignition probability.

▲ 59 pF ○ 468 pF
 △ 205 pF □ 874 pF
 ● 305 pF ■ 2560 pF

(Cotton needle, approaching electrode apparatus)

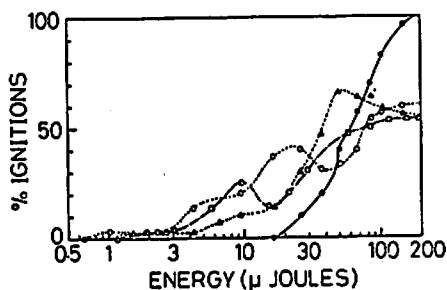


Fig. 4 Effect of series resistance on ignition probability.

● no series resistance (208 pF)
 △ 3 kΩ (208 pF)
 □ 20 kΩ (208 pF)
 ○ 100 kΩ (468 pF)

(Cotton needle, approaching electrode apparatus)

先で試験を行った。その結果、21, 59 及び 150 μ j で、それぞれ点火率は 53, 73 及び 92% と、結晶の場合よりもかなり高くなった。

コンデンサ容量の感度への影響を Fig. 3 に示す。容量のいかんにかかわらず、各エネルギーに対する各点火率はある範囲内におさまっている。ただよく眺めるとその範囲内で容量によって系統的な偏りが認められる。各点火率を V^2 に対してプロットすると、コンデンサ電圧が 250~300 V 間では平均の点火率よりも点火率が高くなっており、350~550 V 間では低くなっていることが認められるが、これがその主要因と考えられる。

直列抵抗の感度への影響を Fig. 4 に示す。横軸は、

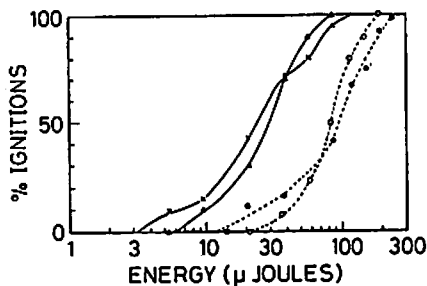


Fig. 5 Ignition probabilities for crystal and crushed tricinates.

—×— crushed by a gate mortar
 —△— crushed by tapping
 —●— crystal old needle
 —○— crystal new needle

(C=468 pF, cotton needle, approaching electrode apparatus)

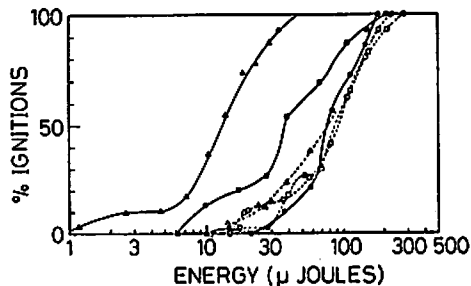


Fig. 6 Ignition probabilities for crystal tricinates obtained by using needle point and needle head electrodes (cotton needle).

—△— 59 pF } needle point
 —○— 468 pF }
 —□— 874 pF }
 —●— 59 pF } needle head
 —○— 468 pF }
 —■— 874 pF }

以前と同じくコンデンサに貯えられた全エネルギーをとっているが、直列抵抗を挿入すると、放電間隙間で費やされるエネルギーは若しく低くなるはずであり、高エネルギー領域 (70 μ j 以上) では点火率が低下している。しかしながら低エネルギー領域では点火率がかなり高くなり、さらに点火の認められる範囲が著しく低いエネルギー範囲まで延びていることがわかる。

Fig. 5 には、もめん針先による結晶と粉碎されたトリシネートの感度の違いを示す。結晶の場合は新しい針と 1000 回以上使い古した針による結果を示し、また粉碎されたものについては、メノウ乳鉢粉碎されたものとたたいて粉碎されたものの感度を示している。特に、粉碎されたトリシネートは結晶よりも著しく鋭感となることが注目される。他に、たたいて粉碎した

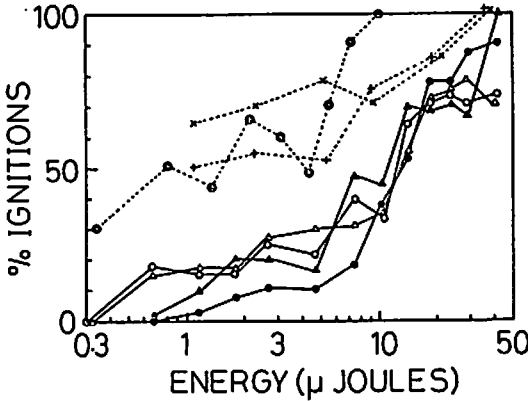


Fig. 7 Ignition probabilities for crystal and crushed tricinates.

..... crushed (---X---) 468 pF
 (---+---) 59 pF
 ——— crystal (59 pF)

(Cotton needle head electrode, probe-plate method)

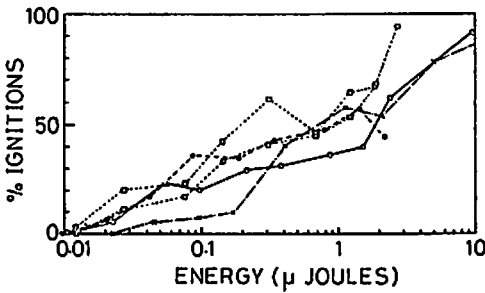


Fig. 8 Effect of capacitance on ignition probability of crystal tricinates

● 18 pF ○ 468 pF
 □ 59 pF × 874 pF
 (2mmφ steel rod electrode, probe-plate method)

ものよりも、よりふわふわとしたメノウ乳鉢粉碎の方が、また使い古しの針よりも新しいもめん針の方が低エネルギー領域で感度が高くなっている。

Fig. 6に、可動電極にもめん針先を用いたときと、もめん針の糸を通す方の針頭を用いたときの、感度の比較を示す。468pFで針頭電極の場合は、針先電極の場合と同じ試験器に針頭電極をとりつけて、てこによって可動電極を基盤電極に押えつける方法をとった。その結果、針先の場合とほぼ匹敵する感度となった。しかしながら、この場合には、針頭が結晶をはじきとばし、試料のないところで放電が起きたり、また押さえる力が弱くて、結晶を押さえたまま放電を生じない

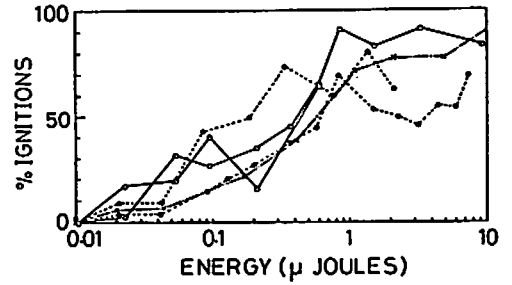


Fig. 9 Effect of capacitance on ignition probability of crushed tricinates

● 18 pF
 ○ 468 pF
 × 874 pF
 (2mmφ steel rod electrode, probe-plate method)

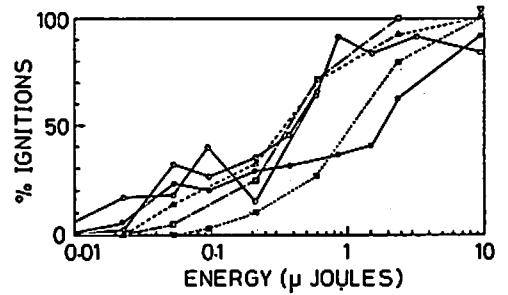


Fig. 10 Effect of series resistance on ignition probability.

—○— crushed, no series resistance
 —●— crystal, no series resistance
 - - - 3 kΩ —□— 20 kΩ —■— 500 kΩ
 (C=468pF, steel rod electrode, probe-plate method)

ことがしばしばあった。そのために、以下の試験は全て手動で行なうことにした。まず874pFで確実に結晶をおさえつけるようにして試験を行ない、その結果、感度はかなり高くなった。次いで放電が確実に起こるように、押えつけたあと摩擦するという動作を加えた。59pFの実験結果がその結果を表わし、感度はさらに高くなったことがわかる。

このように、可動電極の動かし方によって、大幅に異なった感度が得られることがわかったので、まず両電極を短絡した状態で、可動電極をおさえつけ、そして擦るという動作で、トリシネートが発火する力の加え方の程度をつかみ、それより十分に弱い一定の力で、一定の速度で可動電極を動かし試験を行なうことにした。その結果、Fig. 7に示されるように、比較的一定の感度特性が得られた。同様の方法で、メノウ乳鉢粉

砕したトリシネートを試験し、同図に示されるように、結晶の場合よりもかなり鋭感な結果が得られた。

このようにしても、針頭電極の場合はまだ試料のないところで放電が生じる場合があった。そのために、丸味を帯びた角をもった直径2mmのスチール棒を可動電極として試験を行なうことにした。この場合には印加電圧が低いときは手で力一杯押さえても、トリシネートが絶縁膜となって放電を生じなかった。それで、その位置で棒電極を同じ力で押さえたまま斜めにして倒すという動作を加えた。結晶及び粉碎トリシネートに対して得られた結果を Fig. 8 と 9 に示す。また直列抵抗を挿入して得られた結果を Fig. 10 に示す。

これらの実験では、可動電極の動かし方は、結果の感度特性に大きくは影響しないことがわかった。これら3つの感度試験によって、ほぼ等しい著しく低い最小点火エネルギーが得られ、また感度は試料状態、容量（すなわち印加電圧）及び直列抵抗によらず、ほぼコンデンサに貯えられた全エネルギーによって決まることがわかった。

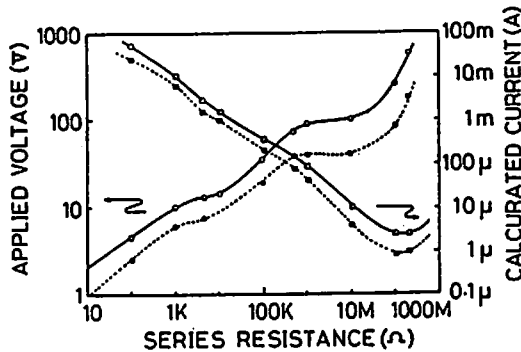


Fig. 11 Sensitivity of tricinane obtained by probe-plate method applied direct current voltages.

(2mmφ steel rod electrode)

—○— —□— 50% ignitions
 -●- -■- 10% ignitions

以上の実験では、コンデンサ放電によって試料に電気的エネルギーを与えた。引き続いて、同じスチール棒電極を使用して、直流電圧を印加して感度試験を行なった。この試験では、回路に100Ω~2000MΩ間の任意の抵抗値の直列抵抗を挿入し、それぞれの直列抵抗について3~5点の直流電圧に対する点火率を求め、感度曲線を描き、それから10%と50%点火電圧を決定した。また両電極間の電気抵抗を零と仮定した場合の最大に流れる電流を計算した。これらの結果を Fig. 11に示す。図示のような比較的規則的な直流電圧一直

列抵抗関係から、トリシネート薄膜に直列抵抗を通して直流電圧を印加した場合には、今までには知られていない一つの新たに見出された点火機構による点火が生じていることがいえる。

4. 考察

接近電極法の可動電極としては、一般にスチールレコード針が使用されているが⁹⁾、現在入手困難であるために、代りとして虫ピン及び各種の縫い針を用い、代表としてはもめん針を用いた。そしてまず、針状電極形状、結晶形状及び容量の感度への影響を検討した。これらの感度への影響はある範囲内に限られ、本質的な放電特性と試料の感度そのものへの影響及び放電から試料へのエネルギー伝達の機構への影響の他、次のような放電路と試料の機械的な接触の確率への影響によると考えられる。

電極形状の違いは、電位勾配の違い、静電力の違いとなって、針先への試料の吸引又は針先からの試料のはね飛び、そしてまた放電からの圧力波動による試料の吹き飛ばし等の程度の違いとなり、放電路と試料の接触の機会に影響する。また単純に機械的に電極間で試料をとらえる機会、電極と試料の機械的な接触の機会に影響する（結晶を針先電極でおさえたときにはねとぼしたり、結晶が割れてとび、放電時に試料が側面にも起る）。容量の違いは電圧の違いであり、試料が電極に吸引されたり（600V以上で多く観測された）、逆に電極からはねとぼされたりして（300~500Vで観測された）、同じく電極と試料の接触状態に関係する。

結晶形状は、静電力と圧力波動の作用の受けやすさと機械的な接触の機会とに影響する。Fig. 2で板状結晶が最も鋭感に現われたのは、後者の影響によると考えられる。結晶のこの関係の影響因子としては、比重、形状、バルク密度、粒度、粒度分布等が考えられる。

直列抵抗の影響は、放電間隙で解放されるエネルギーをコンデンサに貯えられたエネルギーのほんの一部（約10%）⁹⁾と少なくするが、放電持続時間が長くなるために、感度を鋭感とするとされている。この鋭感化には静電力による試料の吸着や試料の吹き飛ばしのなさも相乗的に作用していると考えられる。

粉碎試料が結晶よりも著しく鋭感となったのは、試料自体が鋭感になったことにもよるが、粉碎された試料は多くは薄膜状となり、その場合には電極又は放電路と試料との接触の機会が非常に多いということが強く関係し、また静電力による吸着も相乗的に作用したためと考えられる。

以上のような検討によって、針状電極を使用する接近電極法では、放電路から試料へのエネルギーの伝達

の機構及び放電路の特性と試料自体の感度の他に、これらとは直接には関係がない静電力、放電の力学的な力、機械的な接触の機会等、放電路と試料との接触の確率が、結果として得られる感度に強く影響することがいえる。すす等が混入すると感度が高くなるのも、この影響の一例と考えられる。このような考察によって、電極形状や回路が変われば、物理的特性の異なる試料の場合には、それら試料間の感度の順位さえも変わることがありうるといえるであろう。

次に、針頭電極をプローブとした一種のプローブプレート法¹³⁾では、プローブの動かし方によって感度が著しく変わったが、動かし方を一定にすればほぼ一定の感度が得られた。粉碎試料が鋭感となったのは、針先電極の場合と同じ理由によると考えられる。この場合も試験の結果得られる感度には、もちろん試料自体の感度も影響するが、放電が試料に接して又は薄膜試料中を通りすぎる確率が大きく関係していると考えられる。

棒電極を使用するプローブプレート法では¹³⁾、プローブの動かし方、試料の状態及び直列抵抗は、感度へは大きくは影響せず、感度はコンデンサに貯蔵されたエネルギーによってほぼ決定された。この場合は、放電は試料薄膜を通して起こり、また感度がエネルギーで決定され、しかも0.01 μ Jという低エネルギーで点火することから、金属アザイドに対して広く研究されてきた電界効果点火機構¹⁴⁾とは異なる。このような点火機構による点火はトリシネートに対しては、まだ報告例がないが、アジ化鉛に対しては0.0004 μ Jという超低エネルギー点火現象として報告されている¹³⁾。まだいずれもその点火機構は明らかにされていない。この点火機構とFig. 11に示されている新たに見出された点火機構とは関連があると考えられるが、まだそれを十分に実証する実験的証拠を得ていないために、点火機構に関する説明や考察は後にゆずる。

薄膜を通しての放電によるこのような発火機構による点火は、トリシネートの実際の取扱い環境のもとでありうることであり、事故防止の点からも今後詳細に研究する必要がある。

なおWyattらは¹²⁾気体放電は300V以下では起らないとして点火機構を考えているが、針状電極や電極間に粉状物質があれば、10V程度でも気体放電は起こる¹⁰⁾。また感度曲線で300Vの感度ピークの存在を報告しているが、当実験では虫ピン電極と針頭電極の時に、時折認められただけで常にはではない。このようなことから彼らのいう金属-金属接触放電による点火機構は再考する必要があるように思われる。

5. まとめ

- 1) トリシネート最小点火エネルギーは、回路条件、電極形状及び試料状態として可動電極の動かし方によって0.01 μ Jから10 μ Jと広範囲にかわることが見出された。
- 2) 最小点火エネルギーが広範囲にわたる原因は、放電特性、試料自体の感度及び放電から試料へのエネルギー伝達の機構の他に、それらとは直接には関係がない静電力、放電による力学的な力、電極と試料の機械的な接触の機会等放電路と試料との接触の確率が、感度に大きく影響するためと、二つの点火機構による点火が存在することによると考えられた。
- 3) 気体放電による点火機構の他に、トリシネートに対して、0.01 μ Jという微小エネルギーで点火する薄膜を通しての放電による点火機構が見出された。また、直列抵抗を通しての薄膜試料への直流電圧印加による発火現象も新たに見出された。
- 4) 静電気鋭感物質の静電気危険性を評価するための感度試験法は、二つの点火機構を考慮に入れ、また物質間の危険度のランク付けのできるものとする必要がある。その検討に当たっては、ここに考えられた感度に対する諸影響因子を考慮に入れる必要がある。

付 記 本実験の実施に当って、御助言と御援助を賜った元東京工業試験所の中野義信氏、水島容二郎氏及び化学技術研究所の日下部正夫氏に謝意を表する。

文 献

- 1) 黒田英司, 中野義信, 工業火薬協会昭和48年度春季研究発表講演会要旨 p16 (昭和48年5月)
- 2) J. M. Jenkinsons, Proc of the Symp. on Sensitivity and Safety of Initiators, WAA/199/015, pp52 (1969)
- 3) T. Urbanski, Chemistry and Technology of Explosives. vol. 2, p213 (1967) Pergamon Press.
- 4) 中野義信, 水島容二郎, 工業火薬 32, 306 (1971)
- 5) M. S. Kirshenbaum, p163 in "Energetic Materials", edited by H. D. Fair and R. F. Walker (1977) Plenum Press.
- 6) C. R. Westgate, M. S. Kirshenbaum and B. D. Pollock, PA-TR4737, pp36 (1975)
- 7) C. R. Westgate, B. D. Pollock and M. S. Kirshenbaum, PA-TR4319, pp42 (1972)
- 8) 黒田英司, 二瀬馨, 工業火薬協会昭和48年秋季研究発表講演会要旨 p23 (昭和48年10月)
- 9) 黒田英司, 中野義信, 水島容二郎, 第7回安全工学研究発表会講演要旨集 p25 (昭和49年12月)
- 10) 水島容二郎, 工業火薬 30, 89 (1969)

密度の異なる気液泡を含む気液体中の衝撃波伝播

杉村忠良*, 時田和司**, 藤原俊隆***

気/液体中に含まれる気/液泡と強い衝撃波との二次元非定常干渉が、つぎのような組み合わせに対して数値解析された：(1)He 気体中における SF₆ 気泡、(2) SF₆ 気体中における He 気泡、(3) 水中における低密度液泡、(4) 水中における高密度液泡。

解析に先立ち定常衝撃波は不連続なステップ状分布から数値的に作られた。気体および液体中を伝播する衝撃波マッハ数は、それぞれ 4 と 2 である。用いられた差分法は、Van Leer の方法に基づく一次精度の陽解法である。

ケース(1)では急激な圧力上昇により、SF₆ 気泡内へのガス・ジェットが生じる。他方ケース(2)では、強い膨脹効果により He 気泡中への急速な流れ込みは生じない。しかしながら、この場合 He 気泡中を通して、前方へ凸の衝撃波が形成される。

液体—液泡の組み合わせであるケース(3)と(4)では、いずれも液泡中を垂直衝撃波が伝播するが、ケース(3)では上流側へ膨脹波が、ケース(4)では上流側へ反射衝撃波が伝播する。達成される最大圧力は、ケース(4)の場合入射衝撃波後方のランキン・ユゴニオ圧力値の約 1.24 倍で 29600atm である。

1. まえがき

スラリーやエマルジョン等の爆薬に含まれる気泡は、爆薬の爆轟伝播に対し重要な役割をはたしていることが良く知られている。すなわち、衝撃波と気泡との干渉により形成された熱源 (hot spot) が、爆轟伝播に必要な高温の発生と発熱反応の継続に關与するわけである。しかしながら、このような事実は巨視的には多くの実験で支持されているにもかかわらず、いわゆる密度の不均一な爆薬において衝撃波着火にともなう微視的基礎過程、たとえば気泡を衝撃波が通過する際の気泡内部の状態および気泡自身の挙動、ホット・スポットの形成過程等については観測がなされておらず単に推測に基づく理論が存在するのみである。

Evans¹⁾は、ホット・スポットの形成を説明するために、衝撃波と周囲気体と密度の異なる気泡間の干渉を数値解析したが、ホット・スポットの詳細な記述

を与えていない。一方、Mader²⁾は空隙 (void) あるいはアルミニウム小球を含むニトロメタンモデルを用いて、密度不連続場と衝撃波の干渉を数値計算し、ホット・スポットの形成および爆轟伝播の可能性を示唆しているが、ホットスポットの消失機構については詳細に述べていない。

最近では、Hasegawa and Fujiwara³⁾ は気泡を含む爆薬の爆轟伝播に対し、気泡の圧縮変形が大きな影響を与えるという観点からスラリー爆薬をモデル化し、グリセリン中に酸素素混合気の気泡を送り込み、衝撃波圧縮による気泡の爆発挙動を実験的および理論的に観察した。

本研究は、液体および固体爆薬に含まれる気泡のような密度の不均一性が、ホット・スポットの形成にどう寄与するかという基礎的過程の理論解析を目的としており、その第一段階として、密度の異なる気/液泡を含む気/液体中で、衝撃波と気/液泡との干渉が数値的にシミュレートされる。数値計算では、化学反応の効果を考慮しないで、水の中に水よりも密度の小さい液泡がある場合と密度の大きい液泡がある場合が主に取り扱われる。なおこの問題の予備的問題として、ヘリウム気体中に SF₆ 気泡を含む場合とその逆の組み合わせの場合についても、それぞれ衝撃波と気泡の相互作用が先ず取り扱われ、その数値結果が議論される。数値計算において仮定された流れは二次元非定常流で、

昭和57年 8月 3日 受理

*名城大学理工学部交通機械学科
〒468 名古屋市天白区天白町八事裏山 69
TEL 052-832-1151 内線 5149

**日本油脂㈱ 武豊工場化学研究所
〒470-23 愛知県知多郡武豊町西門 82
TEL 05697-2-1221

***名古屋大学工学部航空学科
〒464 名古屋市千種区不老町
**TEL 052-781-5111 内線 4400