

## 工業爆薬の爆發温度計算のための

## 氣體及び固體の比熱

(昭和23年6月1日受理)

村田 勉☆

## 1. 緒言

火薬類の爆發温度を直接測定することは Muraour<sup>1)</sup>が行つた如く特殊の場合には不可能ではないが、現在のところ一般的にこれを測定することは極めて困難である。従つて専ら計算により爆發温度を求むる他ないから、爆發生成物の比熱は火薬理論上は勿論のこと特に温度が關係する炭酸爆薬の研究上に重要な役目を有する。

火薬ガスの比熱に對しては古くは Mallard-Le Chatelier 以來 Blom(1916)<sup>2)</sup> Kast (1921)<sup>3)</sup> 山家 (1922)<sup>4)</sup> 氏等の研究がある、山家博士の報文には其の當時までの研究報告に關し詳細批判してある。

それ以後の發表を含めて現在までのところ一般氣體に關する比熱の研究として價值ありと考えられるのは Bjerrum(1911)<sup>5)</sup> Eucken (1924)<sup>6)</sup> Yamaga (1928)<sup>7)</sup> Nernst-Wohl (1929)<sup>8)</sup> 及び Justi (1931)<sup>9)</sup> 等であろう。然し此等の比熱式は温度の函数として Einstein 式又は Nernst-Lindemann 式を含むため種々計算に不便が伴ふ、Blom Kast 等の比熱は温度の一次式であつて計算には便利であるが比熱の實驗値と相當差異が生ずるのを避けられない。

Beyling-Drekopf (1936)<sup>10)</sup> の平均比熱の型式は或温度以上の高温ではよく Einstein 函数等に一致させることが出来るし、その上爆發温度の計算には甚だ便利である。但し其の數値は主として Nernst-Wohl の實驗値に依存し、水蒸氣のみは Bjerrum の式に従つて居るが如くで前述の多くの著者の場合と異なるものがある。

此處に筆者は爆薬の爆發によつて生ずる氣體及び固體に就き最も確からしき比熱の温度式を求めるとしたが、爆發温度の計算に便のために型式としては Beyling-Drekopf に従つた、尙主要な固體に關しても比熱の温度式を作つた。

## 2. 比熱式の型式と爆發温度計算法

一般に使用される比熱の温度式としては大

別して一次式、Einstein 函数式及び双曲線式の3型式がある。而して爆發温度の計算に直接必要なるは平均比熱である、今實質比熱を  $C=f(T)$  とすれば平均比熱  $\bar{C}$  は

$$\bar{C} = \frac{1}{T} \int_0^T f(T) dT \quad (1)$$

である。以下3型式の比熱の場合に就き夫々爆發温度の計算を示そう。

## 1. 一次式の場合

氣體の恒容分子熱を  $C_v$  とし平均分子熱を  $\bar{C}_v$  とすれば  $\bar{C}_v = a + bT$  (2) として表わす場合であつて(1)式により

$$\bar{C}_v = a + \frac{1}{2} bT \quad (3)$$

となる、此の型の比熱式は Mallard-Le Chatelier を始め Blom<sup>2)</sup> Kast<sup>3)</sup> 等の採用せるもので山家博士<sup>4)</sup>も火薬類特徴數の計算法には實際上の便宜より此の型を使用した。さて爆發熱を  $Q_v$  とすれば爆發温度を  $T$  とするとき一般に

$$\int C_v dT = \bar{C}_v \times T = Q_v \quad (4)$$

であるから一次式の場合(3)より

$$aT + \frac{1}{2} bT^2 = Q_v$$

故に  $T = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 2bQ_v}}{b}$  (5)

として爆發温度が算出される。更に比熱を二次式として

$$C_v = a + bT + cT^2 \quad (6)$$

$$\bar{C}_v = a + \frac{1}{2} bT + \frac{1}{3} cT^2 \quad (7)$$

の場合には(7)と(4)より

$$a + \frac{1}{2} bT + \frac{1}{3} cT^2 = \frac{Q_v}{T} \quad (9)$$

であるから  $T$  の3次式となり解法が面倒となるが

$$y_1 = a + \frac{1}{2} bT + \frac{1}{3} cT^2$$

$$y_2 = \frac{Q_v}{T}$$

と置いて  $y_1 - T$  曲線及び  $y_2 - T$  曲線の交點を求め圖上より爆發温度が得られる。

一次式は火薬類の特徴數を一般的に計算する場合、例えば氣體の解離を考慮する必要ある

☆日産化學工業株式會社武豊工場

昭和23年5月16日講演

場合とか、或は水性ガス反応の如く温度により平衡定数が変化する場合とかの計算には適當なる型式である。

2. Einstein 函数の型式の場合  
氣體比熱の理論に始めて量子論を導入したのは Bjerrum<sup>3)</sup>であつて所謂N ernst-Lindemann 式

$$\phi_L\left(\frac{\theta}{T}\right) = \frac{R}{2} \left( \frac{e^{\theta/T} \left(\frac{\theta}{T}\right)^2}{e^{\theta/T} - 1} + \frac{e^{\theta/2T} \left(\frac{\theta}{T}\right)^2}{e^{\theta/2T} - 1} \right) \quad (10)$$

を用いて次の如き氣體の比熱式を作つた。

$$C_v = \frac{n}{2} R + m \phi_L\left(\frac{\theta}{T}\right) \quad (11)$$

但しnは分子の直進及び回轉の自由度にしてθは示性温度である。

更に Eucken<sup>4)</sup>は Planck-Einstein 式

$$\phi\left(\frac{\theta}{T}\right) = R \frac{e^{\theta/T} \left(\frac{\theta}{T}\right)^2}{e^{\theta/T} - 1} \quad (12)$$

を用いて次の型の比熱式を作つた。

$$C_v = \frac{n}{2} R + \sum m \phi\left(\frac{\theta}{T}\right) \quad (13)$$

其の後山家博士<sup>5)</sup>Justi<sup>6)</sup>等の比熱式も此の型のものである。

(13)式より平均比熱を求めれば(1)により

$$\bar{C}_v = \frac{n}{2} R + \sum m \int \phi\left(\frac{\theta}{T}\right) dT/T$$

$$= \frac{n}{2} R + \sum m R \frac{\theta}{e^{\theta/T} - 1}$$

$$\text{但し } \psi\left(\frac{\theta}{T}\right) = R \frac{\theta}{e^{\theta/T} - 1} \quad (15)$$

$$= \frac{n}{2} R + \sum m \psi\left(\frac{\theta}{T}\right) \quad (14)$$

此れと同様に(11)式より平均比熱を求めれば

$$\bar{C}_v = \frac{n}{2} R + m \psi_L\left(\frac{\theta}{T}\right) \quad (16)$$

$$\text{但し } \psi_L = \frac{R}{2} \left( \frac{\theta}{e^{\theta/T} - 1} + \frac{\theta}{e^{\theta/2T} - 1} \right) \quad (17)$$

(14)と(16)とは同様の型式であつて、此の場合の爆發温度の計算は法は次の如くである。

$$(14)式より \quad \frac{n}{2} RT + \sum m T \psi\left(\frac{\theta}{T}\right) = Q_v \quad (18)$$

$$\text{今 } x = \frac{\theta}{T} \text{ とおけば } \psi\left(\frac{\theta}{T}\right) = R \frac{x}{e^x - 1}$$

となるから Tが大なるとき即ちxが小なるときは Bernoulli の展開を行つて

$$\frac{x}{e^x - 1} = 1 - \frac{x}{2} + \sum (-1)^{n-1} \frac{B_n}{(2n)!} x^{2n}$$

$$\text{故に } \sum m T \psi\left(\frac{\theta}{T}\right) = \sum m RT \left( 1 - \frac{\theta}{T} + \frac{1}{12} \left(\frac{\theta}{T}\right)^2 - \frac{1}{180} \left(\frac{\theta}{T}\right)^4 + \dots \right) \quad (19)$$

$$\text{従つて(18)式に於て } y_1 = Q_v - \frac{n}{2} RT$$

$$y_2 = RT \sum m \left( 1 - \frac{\theta}{T} + \frac{1}{12} \left(\frac{\theta}{T}\right)^2 - \frac{1}{180} \left(\frac{\theta}{T}\right)^4 + \dots \right)$$

として  $y_1, y_2$  を別々に計算し圖式解法により爆發温度を求めることが出来る、然し實際は計算が相當煩雜である。

3. 双曲線の型の場合

Beyling-Drekopf<sup>7)</sup>の型であつて平均比熱を  $\bar{C}_v = a - \frac{b}{T}$  (20)

と置く、此の式はTが  $\frac{b}{a}$  より小なるときは  $\bar{C}_v$  が負となつて理論上は正しくないが或温度以上になると a, b. の數値の選み方により Einstein 函数の曲線と殆んど完全に一致させることが出来る。此の式は  $\bar{C}_v = a$  及び  $T = 0$  を漸近線とする双曲線の型である。

此の型の平均比熱式となるための眞實比熱式

$$\int_a^T C_v dT = \bar{C}_v (T - a) \quad (21)$$

$$\text{より } C_v = a - \frac{ab}{T} \quad (22)$$

$$\text{となる、假りに } \alpha \text{ の値として } C_v = 0 \text{ となるべき温度をとれば } C_v = a - \frac{b^2}{aT^2} \quad (23)$$

となる

(20)式より爆發温度を求むるには

$$T \left( a - \frac{b}{T} \right) = Q_v \quad (24)$$

$$\text{であるから } T = \frac{Q_v + b}{a} \quad (25)$$

として最も簡単に爆發温度が算出される。

### 3. 爆薬の爆發によつて生ずる氣體及び固體の比熱

一般に工業爆薬は完全酸化に充分な酸素を有するし、又特に炭酸爆薬の如きは爆發温度が比較的低いから水性ガス反応のことも解離のことも考慮する必要が殆んどない、此の様な場合の爆發温度の計算には双曲線型の比熱式が最も便利であり、且つ正確な値を與える。

前にも述べた如く Beyling—Drekopf の比熱式は Nernst—Wohl の實驗値に依存して居る、其の基礎たる比熱の數値は Schmidt (1934)<sup>12)</sup>や Roth (1940)<sup>13)</sup>等に依つても採用されているものではあるが Eucken, Yamaga, Justi 等の式から得られる數値とは可成り相違するものもある、特に水蒸氣の比熱式が妥當でない様に思われる、即ち H<sub>2</sub>O に対しては Beyling—Drekopf は Bjerrum の比熱式 ( $C_v = 3R + 2\phi_L(11215/T) + \phi_L(1029/T) + R \times (T/310)^4$ )<sup>14)</sup>のみを基礎として居るか此の式は温度が相當高くなるときは過大の數値を與える疑いがある、其の他の比熱式を挙げれば

$$\text{Eucken } C_v = 3R + \phi(2900/T) + 2\phi(3500/T) \quad (27)$$

$$\text{Yamaga } C_v = 3R + 5\phi(2500/T) \quad (28)$$

$$\text{Justi } C_v = 3R + \phi(2200/T) + 2\phi(3370/T) \quad (29)$$

此等の式より  $C_v$  を計算するに (27) と (29) とは殆んど一致する値を得るか (28) 式の値は稍大きい然し 3 式とも (26) 式の値に比すれば  $T = 2500^\circ\text{K}$  以上では餘程小さい値となる、而も Beyling—Drekopf の H<sub>2</sub>O の比熱式は  $2400^\circ\text{K}$  を境とする 2 個の全く異なる式となり居るため屈曲點附近の比熱値の變化が大きく過ぎる、故に筆者は H<sub>2</sub>O の比熱式としては後記する如く Beyling—Drekopf 式と全然異なり且つ適用温度範圍の廣いものを作つた。

其の他のガス中 CO, NO, NH<sub>3</sub> 等に対しては Justi の値を考慮して多少修正した、又 Cl に対しては Eucken の式

$$C_v = \frac{9}{2}R + \phi(4100/T) \quad (30)$$

を参照して双曲線式を作つた。

次に固體の比熱に關しては Beyling—Drekopf は單に温度に無關係の一定値を與えて居るか此れに對しても筆者は比熱の温度式を提出した。

此處に記す筆者の比熱式は爆藥の爆發温度の計算に資するため的高温の場合のもので氣體に對しては容積平均分子熱を用い固體に對しては恒壓平均分子熱を用いた、尙式の番號の前に (B—D) と記せるは Beyling—Drekopf の式で、(M) と記せるは筆者の式である。

#### A. 氣體の恒容平均分子熱 (gcal/mol)

$$1. \text{H}_2 : \bar{C}_v = 6.26 - 1730/T \text{ (B—D) (31)}$$

$$2. \text{O}_2 : \bar{C}_v = 6.78 - 1100/T \text{ (B—D) (32)}$$

$$3. \text{N}_2 : \bar{C}_v = 6.58 - 1372/T \text{ (B—D) (33)}$$

$$4. \text{CO} : \bar{C}_v = 6.62 - 1150/T \text{ (M) (34)}$$

$$5. \text{NO} : \bar{C}_v = 6.67 - 1200/T \text{ (M) (35)}$$

$$6. \text{CO}_2 : \bar{C}_v = 12.75 - 3800/T \text{ (B—D) (36)}$$

$$7. \text{H}_2\text{O} : \bar{C}_v = 13.2 - 5600/T \text{ (M) (37)}$$

$$8. \text{NH}_3 : \bar{C}_v = 14.5 - 4200/T \text{ (M) (38)}$$

$$9. \text{CH}_4 : \bar{C}_v = 16.5 - 3803/T \text{ (B—D) (39)}$$

$$10. \text{HCl} : \bar{C}_v = 7.0 - 1520/T \text{ (M) (40)}$$

#### B. 固體の恒壓平均分子熱

$$11. \text{NaCl} : \bar{C}_p = 14.92 - 4320/T \text{ (M) (41)}$$

$$12. \text{KCl} : \bar{C}_p = 13.5 - 2000/T \text{ (M) (42)}$$

$$13. \text{Na}_2\text{CO}_3 : \bar{C}_p = 43.34 - 3300/T \text{ (M) (43)}$$

$$14. \text{K}_2\text{CO}_3 : \bar{C}_p = 43.32 - 3300/T \text{ (M) (44)}$$

尙固體の比熱は筆者等<sup>14)</sup>が以前に用いた温度の一次式を基礎としたものであつて炭酸鹽は 2 者相等しい、次に實際計算の便のために此等の比熱式を單位重量當りに換算したものを示せば次の通りである。

#### A<sup>2</sup> 氣體の恒容平均比熱 (gcal/g 又は kcal/kg)

$$1. \text{H}_2 : \bar{C}_v = 3.13 - 560/T \text{ (B—D) (31)}^2$$

$$2. \text{O}_2 : \bar{C}_v = 0.212 - 341/T \text{ (B—D) (32)}^2$$

$$3. \text{N}_2 : \bar{C}_v = 0.235 - 490/T \text{ (B—D) (33)}^2$$

$$4. \text{CO} : \bar{C}_v = 0.236 - 482/T \text{ (M) (34)}^2$$

$$5. \text{NO} : \bar{C}_v = 0.223 - 493/T \text{ (M) (35)}^2$$

$$6. \text{CO}_2 : \bar{C}_v = 0.290 - 870/T \text{ (B—D) (36)}^2$$

$$7. \text{H}_2\text{O} : \bar{C}_v = 0.733 - 560/T \text{ (M) (37)}^2$$

$$8. \text{NH}_3 : \bar{C}_v = 0.853 - 2470/T \text{ (M) (38)}^2$$

$$9. \text{CH}_4 : \bar{C}_v = 1.032 - 2370/T \text{ (B—D) (39)}^2$$

$$10. \text{HCl} : \bar{C}_v = 0.192 - 362/T \text{ (M) (40)}^2$$

#### B<sup>2</sup> 固體の恒壓平均比熱

$$11. \text{NaCl} : \bar{C}_p = 0.255 - 744/T \text{ (M) (41)}^2$$

$$12. \text{KCl} : \bar{C}_p = 0.183 - 275/T \text{ (M) (42)}^2$$

$$13. \text{Na}_2\text{CO}_3 : \bar{C}_p = 0.409 - 783/T \text{ (M) (43)}^2$$

$$14. \text{K}_2\text{CO}_3 : \bar{C}_p = 0.314 - 601/T \text{ (M) (44)}^2$$

此等の式中氣體のは概ね  $1200^\circ\text{K}$  以上の温度に於て、又固體のは  $800^\circ\text{K}$  以上の温度に於て使用し得べきものである。

#### 4. 新比熱式による爆發温度の計算

前節に提出した筆者の新比熱式を用いて數種の工業爆藥の爆發温度を計算して Beyling—Drekopf の結果と比較して見よう、例として爆發温度の低い硝安ダイナマイト、中等温度の櫻ダイナマイト及び最高温度のニトログリセリンの 3 者に就き計算する。

##### 1. 硝安ダイナマイト

組成	硝化ニトログリセリン	8%
	硝安	64%
	木粉	8%
	食鹽	20%

爆發生成物：1kg の本爆藥が爆發して生ず

る g 数は

CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	NaCl
184	350	239	27	200

爆発熱：爆発熱より食鹽の融解熱を減じた値は  $Q_v=705.2$  kcal/kg

生成物の比熱の和は

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &: (0.290 - \frac{87.9}{T}) \times 0.184 = 0.0533 - \frac{16.2}{T} \\ \text{H}_2\text{O} &: (0.733 - \frac{83.3}{T}) \times 0.350 = 0.2562 - \frac{186.5}{T} \\ \text{N}_2 &: (0.235 - \frac{49.0}{T}) \times 0.239 = 0.0562 - \frac{11.7}{T} \\ \text{O}_2 &: (0.212 - \frac{31.4}{T}) \times 0.027 = 0.0057 - \frac{0.9}{T} \\ \text{NaCl} &: (0.255 - \frac{14.7}{T}) \times 0.200 = 0.0510 - \frac{14.0}{T} \end{aligned}$$

$$\Sigma n\bar{c} = 0.4224 - \frac{230.2}{T}$$

爆発温度を T とすれば

$$T \Sigma n\bar{c} = T(0.4224 - \frac{230.2}{T}) = 709.2$$

是れより  $T=2230^\circ\text{K}$  を得る。

而して Beyling-Drekopf に依れば前報告<sup>15)</sup>に記した如く  $2270^\circ\text{K}$  である。

## 2. 樹ダイナマイト

組成：ニトログリセリン	50%
硝綿薬	1.8%
硝石	39.2%
木粉	8%
澱粉	1%

爆発生成物のモル数 (1kg より)

CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
8.33	8.83	5.32	1.81	1.94

爆発熱： $Q_v=1071$  kcal/kg

生成物の比熱の和

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &: (12.75 - \frac{3860}{T}) \times 8.33 = 106.0 - \frac{32000}{T} \\ \text{H}_2\text{O} &: (13.2 - \frac{8000}{T}) \times 8.83 = 116.4 - \frac{84700}{T} \\ \text{N}_2 &: (6.58 - \frac{1872}{T}) \times 5.32 = 34.9 - \frac{7300}{T} \\ \text{O}_2 &: (6.78 - \frac{1100}{T}) \times 1.81 = 12.2 - \frac{1980}{T} \\ \text{K}_2\text{CO}_3 &: (43.32 - \frac{4300}{T}) \times 1.94 = 84.0 - \frac{16050}{T} \end{aligned}$$

$$\Sigma n\bar{c} = 353.5 - \frac{142030}{T}$$

これは kcal 単位であるから kcal に換えて、爆発温度 T を計算すれば

$$T(0.3535 - \frac{142.03}{T}) = 1071$$

是れより  $T=3440^\circ\text{K}$  を得る

次に Beyling 式にて同一爆薬に就き計算せんに、先に比熱の和は

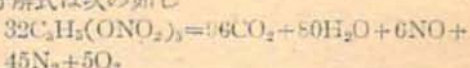
$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &: (12.75 - \frac{3860}{T}) \times 8.33 = 106.0 - \frac{32000}{T} \\ \text{H}_2\text{O} &: (17.0 - \frac{20000}{T}) \times 8.83 = 150.0 - \frac{182400}{T} \\ \text{N}_2 &: (6.58 - \frac{1872}{T}) \times 5.32 = 34.9 - \frac{7300}{T} \\ \text{O}_2 &: (6.78 - \frac{1100}{T}) \times 1.81 = 12.2 - \frac{1980}{T} \\ \text{K}_2\text{CO}_3 &: 38.4 \times 1.94 = 74.5 \\ \Sigma n\bar{c} &= 377.6 - \frac{224680}{T} \end{aligned}$$

$$\text{故に } T(0.3776 - \frac{224.7}{T}) = 1071$$

是れより爆発温度として  $T=3430^\circ\text{K}$  を得る

## 3. ニトログリセリン

分解式は次の如し



此の 32 モルのニトログリセリンの爆発熱は  $Q_v=32 \times 333.4=10669$

であり、生成物の比熱の和は

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &: \frac{1}{1000} \times (12.75 - \frac{3860}{T}) \times 96 = 1.225 - \frac{370}{T} \\ \text{H}_2\text{O} &: \frac{1}{1000} \times (13.2 - \frac{8000}{T}) \times 80 = 1.056 - \frac{768}{T} \\ \text{NO} &: \frac{1}{1000} \times (6.67 - \frac{1300}{T}) \times 6 = 0.040 - \frac{6}{T} \\ \text{N}_2 &: \frac{1}{1000} \times (6.58 - \frac{1872}{T}) \times 45 = 0.296 - \frac{62}{T} \\ \text{O}_2 &: \frac{1}{1000} \times (6.78 - \frac{1100}{T}) \times 5 = 0.034 - \frac{6}{T} \\ \Sigma n\bar{c} &= 2.651 - \frac{1210}{T} \end{aligned}$$

故に爆発温度を T とすれば

$$T(2.651 - \frac{1210}{T}) = 10671$$

是れより  $T=4480^\circ\text{K}$  を得る。

而して Beyling-Drekopf<sup>16)</sup>によれば

$$T=4320^\circ\text{K} \text{ となっている。}$$

以上 3 種の爆薬についての爆発温度の計算値を表示すれば次の如くなる。

爆発温度比較表 ( $^\circ\text{K}$ )

比熱式	硝安ダイナマイト	樹ダイナマイト	ニトログリセリン
Beyling-Drekopf	2270	3430	4320
村田	2230	3440	4480

本表に見る如く樫ダイナマイトに於ては兩者の比熱式に依る計算結果が一致するが、硝安ダイナマイトに於ては Beyling—Drekopf が高く、ニトログリセリンに於ては逆に低い、是れは主として氏等の  $H_2O$  の比熱式が  $2400^\circ K$  を境界點として全然別個の式であり、爆發溫度低きときは比較的高い溫度となり、爆發溫度高きときは比較的低い溫度が得られる結果である。因に Beyling—Drekopf の  $H_2O$  の比熱式は

$$2400^\circ K \text{ 以下では } C_v = 10.58 - \frac{4980}{T}$$

$$2400^\circ K \text{ 以上では } C_v = 17.0 - \frac{20800}{T}$$

となつてゐる。

之を要するに筆者の與えた氣體及び固體の比熱式は爆藥の爆發溫度の計算に使用して妥當なる結果を得るものと言えよう。

#### 文 献

- 1) Muraour, Bull. de la Soc. Chim. de France (1925), 390
- 2) Blom, Zs. f. Schiess- u. Sprengst. 11 (1916), 219
- 3) Kast, Spreng- und Zündstoffe (1921), 59

- 4) 山家, 火兵學會誌 16 (1922), 1
- 5) Bjerrum, Zs. f. Elektrochemie. 17 (1911), 731; 18 (1912), 101
- 6) Eucken, Zs. f. Physik. Chem. 112 (1924), 467; Zs. f. Physik. 29 (1924), 35
- 7) Yamaga, Proc. of Imp. Academy, IV (1928), 102
- 8) Nernst u. Wohl, Zs. f. techn. Physik. 10 (1929), 608
- 9) Justi, Mitteil. Forschungsarbeiten auf Geb. Ingen (1931), 117
- 10) Beyling u. Drekopf, Sprengstoffe, und Zündmittel. (1936), 43
- 11) 山家, 「火藥類特數の計算」火研報乙第 101 號 (1933)
- 12) Schmidt, Zs. f. Schiess- u. Sprengst. 29 (1934), 259
- 13) Roth, Zs. f. Schiess- u. Sprengst. 35 (1940), 193
- 14) 山家, 村田, 渡邊, 中野, 「各種工業爆藥の特數の計算」火研報乙第 141 號 (1938)
- 15) 村田, 火藥協會誌, 20 (1948)
- 16) Beyling u. Drekopf, loc. cit

## 硫酸の電気煮詰に就て

(昭和 23 年 6 月 20 日 受理)

會 山 武 文

### I. 緒 言

ダイナマイト工業の生産の第二次的廢路である廢酸の處理に就て我々の常識的操作法であります Pauling 氏式硫酸煮詰法で石炭を使用して居ますが最近の石炭状況を考へ亦生産従業員の種々の悪い條件下におきまして生産は意の如くなりません。斯様な不利なる煮詰の方法を電気を使用する事に依り自動的に調整し硫酸煮詰を行ふ方法に就きまして二、三實驗を試みました。之に就きまして此の方法が工業化し得るや否や皆様の御批判を仰ぎたいと思ひます。

### II. 實 験

圖 1 の (A) 容器に conc.  $H_2SO_4$  (97%) を入れて之に電極 (B) を入れ交流電氣を通じ硫酸を抵抗體とし發熱に依り硫酸を蒸發させる。其の硫酸の蒸發量を測定する爲に (C) の吸

瓶にて吸收する。尙實際に工業化された場合の操作法は吸收瓶 (C) の代りに (D) なるレクチフアイザーを使用致して上部より稀硫酸を注加し硫酸を濃縮する。

この實驗にて得た蒸發効率は  
電力……1.6K.W.H 蒸發せし濃硫酸の量 10kg  
熱量に換算すれば  $860kcal \times 1.6 = 1370kcal$   
 $122cal/g$  硫酸の  $325^\circ C$  に於ける蒸發潜熱  
 $122 \times 10kg = 1220kcal$

エネルギー効率

$\frac{1220}{1370} \times 100 = 89\%$  故にエネルギー効率は 90% 位の高効率となる。

以上の實驗に使用した電極は

1. 白金, 鐵板, 高硅素鋼鐵の三種類
2. 電極の表面積は  $15cm \times 10cm$

☆旭化成延岡工場：昭和 23 年 5 月 16 日講演