

- (48) J. F. Roth ; Z. S. S. 28 (1933) 43
 (49) W. Friederich ; Z. S. S. 28 (1933) 2, 51, 80
 (50) M. A. Parisot ; Memorial de l' Artillerie Francaise 18 (1939) 500
 (51) L. R. Carl ; 前出 (19)
 (52) M. Berthelot. 前出 (38) 543
 (53) A. Kling 及 D. Florentin ; Compt. rend. 156 (1913) 694 ; Mém. Poudre Salp 17 (1913/14) 154
 (54) D. B. Gawthrop ; Army Ordnance ; 6 (1935) 47
 (55) L. V. Clark ; Z. S. S. 28 (1933) 345
 此の實驗の結果に依れば爆速は薬温に依り殆ど變化せざるも起爆感度は甚だしく變化す。
 (56) M. Berthelot ; 前出 (38) 549
 (57) W. Friederich 前出 (42)
 (58) M. A. Parisot 前出 (50)
 (59) 山家信次 ; 爆薬特徴数の計算 ; 火兵學會誌 23 (昭和14年3月) 512 及 33 (昭和14年5月)
 (60) H. Muraour ; Z. S. S. 30 (1935) 1
 (61) C. Heilin ; Z. S. S. 23 (1913) 448
 (62) R. Becker ; Z. Elektrochem. 23 (1917) 40
 (63) R. Becker ; Z. f. Physik 8 (1922) 322
 (64) W. Taylor and A. Weale ; Proc. Roy. Soc. 138 A. (1932) 92
 (65) H. Muraour ; Chimie et Ind. 29 (1933) 507 ; Z. S. S. 30 (1935) 1
 (66) C. C. Andreev ; Bul. Soc. Chim. France, 2 (1935) 2133
 (67) H. Brunswig ; Explosivstoffe ; (1923) 57, 58
 H. Dautriche ; Compt. Rendus 143 (1906) 641
 H. Kast ; Z. S. S. 8 (1913) 136
 R. Förg ; Z. S. S. 11 (1916) 38
 H. Muraour ; Trans. Faraday Soc. 34 (1928) Discussion, 1003
 (68) R. Wendlandt ; Z. Phys. Chem 110 (1924) 637 ; 116 (1925) 227

木粉木炭の發火燃燒性と無機鹽類の影響 (續報)

(昭和22年5月30日受理)

會員 疋 田 強[※]

I. 坩堝法による發火待時間の測定

1) 装置及び方法

本法は定温度の坩堝に試料を投入し發火に至る時間を測る簡単な坩堝法で電氣爐加熱用のものと直列につないだニクロム線を空氣送入口内に挿入し加熱空氣を送る。熱電對は直接坩堝底に接觸せしめ少量 (40 mg) の試料を投入して着火又は發火するに至る時間を測る。

空氣流速は 140 cc/min 一定。同一温度にて數回の測定し平均値をとり發火時間—温度曲線を作る。坩堝はツケル製、容量45cc、徑 39 mm、一回毎によく掃除する。

2) 實驗結果

試料は前報と同一のものを使用した。活性炭、油煙、黑色木炭及び木粉の各粒度のものに就て發火時間—温度曲線を求めたが、こゝには曲線は省略し結果のみを要約する。

曲線が温度軸と交叉する點を瞬間發火點と

※東京大學第一工學部火薬學教室

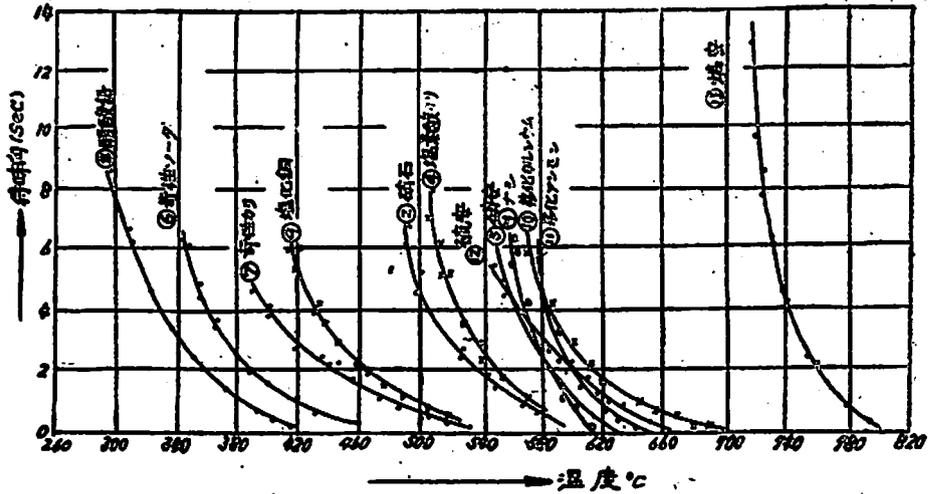
呼ぶ事とする。

(1) 活性炭油煙の發火時間—温度曲線は非常に急勾配であり不發火域と瞬間發火點との間隔が短い。即ち約 560°C 以下では長く放置しても燃燒は散發的で可視光線を發する燃燒とはならぬ。

(2) 黑色木炭では曲線の勾配が緩かとなるが矢張り上記と同じく 310°C 以下では發火に至らぬ。粒度の影響が連続秤量法による場合に比し良く現はれており細粒のもの程發火時間が少い。但し瞬間發火點は大差ない。

(3) 褐色木炭と木粉はこの方法でも良く似た結果を示し黑色木炭、活性炭とは様相が異なる。即ち發火時間がうんと伸びて来るが之は有機物の分解が最初起り次第に試料が炭化して表面燃燒を行ふに至る迄を發火時間として測定した爲である。或る温度以上になると分解ガスに點火して發焰燃燒を行ふ。この兩者は異なる現象であるので曲線には折點が生じて来る。(乾溜ガス發火試驗参照)

圖1 活性炭+5%塩類の發火具



次に無機塩類を混入した場合の結果は、發火時間—温度曲線の形状は活性炭及び黑色木炭では殆ど相似形で位置がづれて来るのみである為、瞬間發火點のみを表1に示してその

影響を示す事とする。又褐色木炭と木粉でも形状は相似であるが發焰燃焼をなす温度が移動するので發焰燃焼を始める温度をも併記する。活性炭に対する曲線を圖1に示した。

表 1. 活性炭, 黑色木炭, 褐色木炭及び木粉の瞬間發火點に及ぼす塩類の影響 (塩類添加量 5%)

塩 類	活 性 炭	黒色木炭	褐色木炭		木 粉	
	瞬間發火點	瞬間發火點	發焰温度	瞬間發火點	發焰温度	瞬間發火點
1 ナシ	630°C	560°C	520°C	570°C	520°C	600°C
2 KNO ₃	600(-30)	520(-40)	發焰セズ	520(-50)	—	—
3 KClO ₃	(380)① 510	390(-170)	發焰セズ	420(-150)	發焰セズ	410(-190)
4 KClO ₄	590(-40)	400(-160)	380	600(+30)	390	600(0)
5 NH ₄ NO ₃	630(0)	560(0)	430	520(-50)	450	540(-60)
6 KOH	460(-170)	460(-100)	發焰セズ	500(-70)	發焰セズ	480(-120)
7 NaOH	520(-110)	490(-70)	發焰セズ	500(-70)	發焰セズ	500(-100)
8 Pb(CH ₃ CO ₂) ₂	420(-210)	430(-80)	520	600(+30)	490	580(-20)
9 CuCl ₂	530(-100)	510(-50)	520	570(0)	490	570(-30)
10 NH ₄ F	700(+70)	560(0)	540	610(+40)	540	600(0)
11 CaF ₂	640(+10)	520(-40)	540	570(0)	510	580(-20)
12 (NH ₄) ₂ SO ₄	630(+50)	560(0)	520	600(+30)	530	600(0)
18 (NH ₄) ₂ HPO ₄	810(+180)	600(+40)	560	580(+10)	520	580(-20)

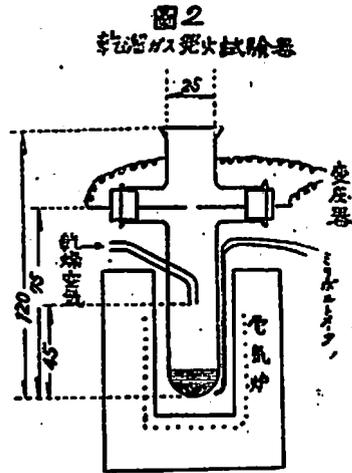
(註) ① 380° で一旦發火するが再び消える。
 ※ は影響顯著なるもの。 ※※ は特に顯著なるもの。

II. 乾溜ガス發火試験

I) にて木粉、褐色木炭はその熱分解に當り可燃ガスを發生し、發焰燃焼を爲す事を記したが坩堝法にては實驗條件に左右される事が大きく試料が何度で可燃ガスを發生するかは不明であるので本章では之等試料を乾溜し生じたガスと空氣の混合物の點火限界を検討した。

1) 實驗方法

装置は圖2の如きパイレックスガラス器にて試料1g を入れ加熱して行く。乾燥空氣を徐々に(80~110cc/min) 通じ發生ガスと混合せしめ直上の鐵電極に火花を飛ばし燃焼する溫度を讀む。火花は交流100V をネオントランスにて變壓した高壓による。火花間隙は5mm である。



2) 實驗結果及び考察

表 2 乾溜ガス發火試験成績

試料	乾溜ガス發火溫度 始點→終點	摘 要
褐色木炭	280°→320°	青白い焰
◇ +5%CuCl ₂	270°→280°	綠青焰, 280° 以後可燃ガス蒸氣なし
◇ +5%KClO ₃	265°→285°	黄赤焰大
◇ +5%KClO ₄	(275°→280°) (340°→360°)	青 焰 黄赤焰大
◇ +5%NH ₄ NO ₃	238°	青紫焰 1 回のみ
◇ +5%(NH ₄) ₂ HPO ₄	300°	青焰 1 回のみ
+ 5%KOH	ナ シ	
木 粉	270°→390°	青焰, 400°C に爐上面炭化す
◇ +5%CuCl ₂	240°→280°	綠 焰
◇ +5%KClO ₃	280°→340°	赤黄焰, 時々青焰
◇ +5%KClO ₄	(275° 320°→330°)	青 焰 大赤焰試料噴出す
◇ +5%NH ₄ NO ₃	270°→280°	青紫焰
◇ +5%(NH ₄) ₂ SO ₄	400°C 迄ナシ	表面炭化
◇ +5%(NH ₄) ₂ HPO ₄	400°C 迄ナシ	表面炭化
◇ +5%KOH	260°→270°	小 青 焰
◇ +5%NaOH	240°→260°	小 青 焰
黒色木炭, 活性炭及び坩堝混入	何れも發火せず	

本實驗の結果を見るに、褐色木炭は木粉に比し有機物含量が少い爲可燃物の發生も早く終了する。即ち 280° より可燃ガスを發生し始め焰は青白い光を放つて下方に傳播する。このガス又は蒸氣の發生は 320°C にて終了する。木粉では 270° より 39°C迄可燃ガスを發生する。CuCl₂を混入したものでは Cu の綠色が出る。又可燃ガス發生溫度は木粉では 30°C、褐色木炭では 10°C 低下しており且つ發生期間は共に短縮せられ分解が著しく促進せられる事を示す。

KClO₃ の作用も CuCl₂ と良く似てゐるが酸化が強い爲分解は一層激烈で赤黄の大きい焰を發する。KClO₄ は稍異りその酸化力を發揮する溫度が高溫度に在る爲通常の發焰溫度で一度燃えた後 320° (木粉) 及び 340°

(褐色) で酸化作用を營み激しき分解が生じて大なる焰を發生す。NH₄NO₃ は褐色に對しては乾溜ガス發火點を著しく下げるが只一回弱き焰を生じたのみ、木粉に對しても極く僅かの可燃ガスを生じたのみであつた。之は硝安の分解による水蒸氣の爲發火が妨げられる事及びその強い酸化力が他の實驗よりも分る如く極く一時的に作用するのみである事より理解せられる。

苛性アルカリは分解を促進するが可燃性ガスは木粉では少量發生するが褐色では生じない。之はその脱水作用により、有機物の主成分たる纖維素を脱水して、

$C_6H_{10}O_5 \rightarrow 6C + 5H_2O$ なる反應を生ぜしめ可燃ガス又は蒸氣發生を防止する作用を營む事を證明するものであり、磷安硫安等の發焰阻止作用を持つ塩の作用も分解して生じた無水磷酸、硫酸の脱水作用によるものと考へることが出来る。

III 燃焼ガス成分に及ぼす鹽類の影響

塩類の添加により燃焼ガスの組成も又變化を蒙る事が豫想されるのでガス分析を行ひ炭酸ガスと一酸化炭素を定量した。

1) 實驗方法

装置は第一報圖1. に示した連続稱精装置を使用しその直下に三方コックを置き、一方を CaCl₂ 管を通してサイフォンへ、他方を CaCl₂ 管を通して水を充したガスビュレットに連結する。發火前迄はサイフォンにて引き乍ら空気を流し、發火に至ればコックを切換へてガ

スビュレットの下方コックを開き、水を流下せしめつゝ燃焼ガスを導入する。ビュレットは 3~4 個準備し適宜の時間にガスを採取する。

このガスをオルザット分析装置にて CO₂, O₂, CO を定量する。燃焼室の容積が比較的大きいので採取したガスの組成は毎回可成り差異を生じたが一試料につき數回分析し検討した結果、傾向としては充分明瞭なる結果を得た。試料は前報同様で活性炭、黑色及び褐色木炭の三者に就き行つた。

2) 實驗結果

表 3 に活性炭及び之に無機塩として硝石、硫酸鉛、磷安、苛性カリの四種を夫々 5% 混入した時のガス分析の結果を CO₂/CO 比として掲げる。ガスは燃焼の初期、中期、後期の三試料を採り 1~3 回實驗した夫々の値を記し最後に平均値を出した。表 4 には黑色木炭及び褐色木炭に関する成績をまとめた。

表 3. 活性炭の燃焼ガスに於る CO₂/CO 比と添加塩の影響

添加塩類	ガス採取の時期	CO ₂ /CO	平均
1) ナリ	I 初期	4.1)	4.0
	II 中期	3.8)	
	III 後期	8.3)	
2) KNO ₃	I	16.2)	12.5
	II	9.2)	
	III	25.5)	
3) Pb(CH ₃ CO ₂) ₂	I	25.5)	25.5
	II	53.0)	
	III	5.3)	
4) (NH ₄) ₂ HPO ₄	I	29.0)	29.0
	II	40.0)	
	III	29.0)	
5) KOH	I	3.6)	3.6
	II	2.1)	
	III	2.0)	
	I	0.81)	0.9
	II	1.2)	
	III	0.73)	
	I	2.9)	2.9
	II	11.2)	
	III	18.3)	
	I	17.0)	14.8
	II	18.4)	
	III	10.4)	
	I	10.4)	10.4
	II	10.3)	
	III	10.3)	

3) 考察

實驗誤差がかなりあるので大體の傾向を推定するに止める。CO₂/CO 比を R にて表はせば活性炭では燃焼初期は R ≒ 4 で燃焼の進行に

表 4. 黒色木炭及び褐色木炭の CO_2/CO 比と塩類の影響

試料	ガス採取の時期	CO_2/CO 平均	平均
1) 黒色木炭	I 初期	2.8 2.6 5.4	3.6
	II 中期	2.5 2.6	
	III 後期	4.0	
2) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$	I	9.0	9.0
	II	84.0	
	III	70.0 30.0	
3) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	I	6.7 1.0 1.5	6.7
	II	1.6	
	III	40.0 17.5	
4) " +KOH	I	7.7	7.7
	II	6.0	
	III	6.0	
5) 褐色木炭	I 前期	22.0 60.0	~40.0
	II 後期	20.0 大	
6) $\text{Pb}(\text{H}_2\text{CO}_3)_2$	I 前期	10.0	10.0
	II 後期	14.0	
7) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	I	3.6	3.6
	II	2.0	

つれて之が稍増加してゐる。硝石を混ざるとその酸化性の爲 CO が減じてゐるが反應後期になると KNO_3 の影響は消滅し CO が増加し来る。醋酸鉛も同様である。苛性カリも CO が減少して来るがこの場合はガス組成が最初から最後まで略一定となつてゐる。この傾向は黒色木炭の場合も同様である。所が燐安を混じた場合は何れの場合にも著しく CO が増加し来る特徴があり、燃焼の後期に於ても相當量の CO が生成してゐる。

褐色木炭は有機物多く分解も複雑で而も速度が速いから CO_2/CO のみの測定では不充分であるが而も尙燐安による CO 増加の影響は明白である。

以上の結果よりすれば一般に醋酸鉛、酸素遷傳体、苛性アルカリ等の發火を促進する塩類は CO 生成を抑へ、 CO_2 生成を促す効果が認められ、燐安の如く發火を遅滞せしめる塩類は CO 生成を助長する傾向がある。

IV. 木炭及び木粉の發火に及ぼす無機鹽類の影響に就ての考察

木炭、木粉の發火燃焼と之に及ぼす無機塩類の觸媒的效果に關する實驗結果を報告したが之等の結果及び若干の補足實驗より之等觸媒作用に關する若干の考察を加へ度い。塩類を三種に大別し①酸素遷傳体②發火促進塩③發火抑制塩とし夫々に就て述べる事とする

1) 酸素遷傳体の効果

酸素遷傳体は自体内に O_2 を持ち酸化力を持つものであるから發火及び燃焼を促進する傾向は當然と云へる。この時考ふべきは之等塩の分解性能即ち O_2 放出の難易と分解した時の發熱量とであり、この兩者が大ならば勿論酸化能力は大きい。

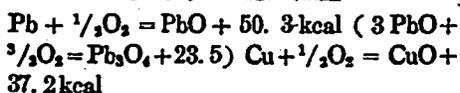
山本教授の計算によると（火藥誌 3 296）硝石は分解の自由エネルギー ΔF 及分解熱 ΔH 共に (+) では O_2 を強く保持し分解傾向が少く且つ分解には大なる熱量を要する事を示してゐる。従つて酸化剤としての作用は弱くこの事は實驗にも表はれ硝石混入のものは發火點は若干降下してゐるが燃焼速度は大して變化を受けぬ。之に反して、硝安及び塩素酸カリは ΔF , ΔH 共に大なる負値をとり分解傾向大で O_2 を放出し易く酸化剤として強力である。 $KClO_3$ 混入のものが發火點を低下し燃焼速度を増加し特に短時間加熱 (II) の場合に著しい効果を示す事はその強力な酸化力により初期の酸化を促進せしめる故である。硝安は $KClO_3$ に比しては有効酸素が少い爲發熱効果は稍落ち實驗の如く 5% の混入では一時的に反應を加速するに止まり、而も $KClO_3$, KNO_3 の如く金屬原子を含まぬのでそれによる觸媒効果が缺如し反應が中断せられて實際には 5% では大なる影響を示してゐない結果となつてゐる。

$KClO_4$ は ΔF は大なる負値で分解傾向は強いのであるが ΔH が (+) で精吸熱的であるので相當の高温にならぬと反應を生じない。之も實驗の示す所で發火點（前報）には大なる影響なく發火後の燃焼速度には大なる促進を與へてゐる。之はその有効 O_2 が多いので充分なる熱量をうれば大なる酸化力を示すものと思はれ、増場法の如く急激に加熱した時は温度が高い爲に良くその効果を表はし特に木粉、褐色の發火燃焼には著効がある。

以上酸素過傳体の効果は觸媒としての作用ではなく酸化剤としての性質によるものである事を述べたが KNO_3 , KClO_3 , KClO_4 では分解し生じた K_2CO_3 、若しくは K_2O , KCl が觸媒効果を持つのでその作用機構は複雑である。硝安ではこの作用がなく只酸化作用のみである。

2) 發火促進塩の作用

發火促進塩に屬するものは醋酸鉛、塩化銅、苛性カリ及び苛性ソーダ等である。之等の塩は四種の試料に對し違つた効果を與へるがその傾向は同じであり特に活性炭は自体が比較的單一で塩類の効果も判然と出てゐるので活性炭に對する効果よりその作用を判定する事が最も妥當である。但、今之等の塩自体の性質を考へて見るに何れも熱に對して不安定な化合物であつて、熱に安定な食塩や塩化カリは觸媒効果が薄い。第一報に用ひたベネ秤法によりこれらの塩類のみの熱分解を測定した結果より推定すると、醋酸鉛は約 150°C 邊より徐々に醋酸蒸氣を發して分解を始め 200°C に至り分解速度は稍大となり 280°C で分解が略々完了する。この間金屬鉛の生成と共に PbO が次で Pb_3O_4 が生じて來る事が色相よりわかる。塩化銅では分解は複雑で 200°C 近傍で結晶水を放出し、 340° 邊より分解を始め O_2 を吸収して一時重量を増加し 400°C より再び減少を始め分解が進行し全部が CuO となつてゆく。之等の反應の熱量は



であつて何れも可成り大きい。又 $\text{Pb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{O}$, 又は $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{O}$ なる反應より原子狀酸素が生成され之が炭素を酸化する事も考へられる。即ち發火促進塩は低温で分解を始め、金屬原子は不安定な結合状態となり空氣中の O_2 を受入れて酸化せられ、この時に出す大なる熱量又は活性炭素により炭素原子の酸化又は炭素表面酸化物の脱離が促進せられ(Ⅲ)で示した如く、 CO_2 を多く生成する事によりその發熱量も大きく次第に自己加熱を生じて發火するに至るものと推察されるのである。醋酸鉛を混じた活性炭の發火點は 220°C であるが、之は醋酸鉛の分解期に當り、又塩化銅を混じた活性炭の發火點が、 320°C であるのも丁度塩化銅の分解開始期に

相當してゐる事實は上記の推定に對して一つの根拠を與へる。

黒色、褐色木炭及び木粉等にあつては之等の中に含まれる炭水化物の分解温度と混じた塩の夫とが近接してゐる爲効果が判然とせず發火點に對しては左程の影響が見られないが炭水化物の緩慢酸化が生ずる褐色、木粉等ではその分解熱により温度が徐々に上り混入塩の分解が早まりその分解、酸化による發生熱と相俟つて、促進効果が稍明らかに認められる。若し上記の如き作用機構が正しいとすれば之等塩の効果は純然たる觸媒作用ではない事になる。補足實驗の結果によれば醋酸鉛や塩化銅の代りに酸化鉛、酸化銅、又は粉末銅を活性炭に混じた場合は發火點の低下は僅少にすぎない事實(夫々 -20° , -15° 及び -5°) よりも活性状態にある Pb 又は Cu の存在が必要と思はれるのである。

KOH , NaOH の作用は CuCl_2 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$ とは稍異なるものと考へられる。之等は炭素の發火を非常に促進するが、木粉、褐色木炭等の場合の發熱燃焼は強く之を妨げるのである。即ち可燃性ガスの發生を抑制するが之は之等の塩の脱水作用が強く纖維素等を脱水して ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \rightarrow 6\text{C} + 5\text{H}_2\text{O}$) 炭化を促進する爲、 CO , H_2 等の可燃ガスが生じないが分解は著しく促進せられる。炭素に對する發火を促進する機構は尙不明であるが、一つ考へられる事は苛性アルカリの CO_2 吸収性であつて例へば KOH は CO_2 を吸収して KHCO_3 に、之は再び CO_2 を放出して K_2CO_3 となつて行く。

併し大島福田氏(工化 37 422) 其他の研究によれば K_2CO_3 も KOH よりは弱いけれども炭素の發火を促進する事が報告せられてゐる。この時の効果は最早灰分として觸媒的作用をするものと考へるより他ない。

3) 阻止塩の作用

前報迄に實驗した塩類でこの部類に入れられるものは硝安、硫安、弗化アンモン、弗化カルシウムであるが後二者は影響少く殆ど無作用と云つた方がよい。其他木材の發火防止剤として従來 MgCl_2 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , NH_4Cl , NH_4Br 等が効果ありとせられてゐるがこの内硼砂を褐色炭に混じた場合、全然防止作用はなく却つて促進する結果を得た。之は矢張り金屬原子 Na を含む爲

の促進効果であらうと思はれる。燐安、硫安は活性炭に對しては類似の効果を持ち、連続加熱（第一報）の場合の發火點上昇は僅少（數十度）にすぎぬが燐安5%混入活性炭の瞬間發火點（續報）は180°Cも上昇し顯著な阻止作用を示した。之に反して硫安では瞬間發火點には効果が少い。又炭水化物を含む黒色、褐色木炭、木粉に對しては發火點には効果が少いが燃焼曲線は何れも特殊の階段狀を示し發火以後に於て燃焼の繼續を阻止する効果が大きい。

活性炭にはかゝる不連續が生じない所を見ればこの階段狀燃焼は之等の塩が選擇的な阻止作用を持つ事が知られる。炭素含有量の多少により反應が中斷される位置が比例的に變化してゐる（第一報）事からも燐安は有機物の發火（分解）を抑へる力はないがそれが分解した以後の炭素の發火を防止する効果があるものと云へる。燐安自身の分解は100°Cより600°Cに至る間、殆ど直線的に緩慢に分解し600°Cに至つて急速に進行する。之は燐安が次第に分解して燐酸、無水燐酸となり、この融點56°C以後では蒸發が盛んになる。

従つて60°C以下の温度に於てP₂O₅の脱水作用が作用する事が想像されるので始めからP₂O₅を加へて實驗した處、より強い阻止作用を示し矢張り階段狀の燃焼曲線を得た。今迄、燐安、硫安、NH₄Cl等の木材不燃化

作用を之等が分解して生ずる無水の燐酸、硫酸、塩酸等による脱水作用に歸する説明がなされ、事實之等を混じた木材を焼くと木炭の收率が増加する事が報告せられた。（Richardson: Chem. Ind. 56 (1937) 202T）

この脱水作用により發焔が防止される事は直ちに了解されるが第一報に示した如き階段狀燃焼（活性炭の場合を除き）を行ふ事は説明されぬ。著者の推定では易分解の有機物の分解に對しては脱水的に作用し、次で「おき」の燃焼に移る際水の蒸發熱や燐酸による熱の吸収のため燃焼温度が持續せられなくなり反應が中斷される。次で炉温の上昇と共に再び炭素分の燃焼が始まる。

この時燐安等は高温のため分解し脱水力も弱まり自身も蒸發するため阻止作用は弱くなる。活性炭ではその後期の場合のみが現はれるので階段狀とはならず稍發火を遲滯せしめるのみにて均齊に燃焼してゆくものである。

燐安混入活性炭の瞬間發火點が著しく高い事は燐安の熱分解生成物が炭素表面を覆ひ、壁又は酸素との接觸を防ぐ爲ではないかと考へられるが作用機構の詳細は不明である。

本研究は自然科學研究交付金及び東大一工綜合研究費に負うものであることを記し、又種々御教示を頂いた山本教授、岡島助教授に感謝する。

不發管鳴電氣雷管

（昭和23年3月13日受理）

會員 黒澤 翠*

I 緒言

炭酸の坑内では硝安系爆等の不良は電氣雷管の不良と共に増産上非常な支障を來す。此の調査は戦争の末期に於て不發管鳴雷管として北海道炭礦14坑から集めた約300發について其の原因と責任別を明かにしたものである。

II 雷管使用數と不良雷管及、不良電氣雷管の試験

北海道14炭礦から不發として提出された電氣雷管3136本につき導通、抵抗、起爆、起爆電流の測定を行ひ併せて解体して内部の觀察を行つた。其の結果は1735本即ち約50%は導

通のあるもので注意深い何等の試験に供せらるる事なく廢棄されて居た事が察せられる。製造會社別に見るとA社63% B社37%である。

導通ある1735本の電氣抵抗は鐵脚線は平均4.0前後銅線1.3前後ニウム線1.0前後であるが最大最小の差は頗る大きい。抵抗測定を経た1482本の中369本につき起爆試験を行つた結果は19本の管鳴21本の不發を出した。又導通あるもの1103本につき一本の起爆電流測定の結果はAB社共鐵脚線共に單發で370mA(-)に集中しニウム脚線の場合は主として300mA(+)に集中する。（但し時間の觀念は

*（札幌石炭坑場發豫防試験所）