

第一藥包 第二藥包	燃 爆 能 (mm)			
	櫻	新 桐	硝 灰	硝 爆
硝 櫻	250	130	110	30
硝 新 桐	210	200	170	50
硝 硝 灰	270	180	140	30
硝 硝 爆	300	310	250	130

特に硝爆は猛度に於て櫻新桐に劣るにも拘

らず最大なる燃爆能を有し感爆能は他種爆薬に對しては異常に小である。

### 3. 實用上の参考

最近某炭礦に於て剛爆不良の問題あり、爆薬の使用法を調査せるに同炭礦に於ては硝灰、硝爆を混用し、同一穿孔内に第一藥包に硝灰を第二藥包に硝爆を使用していた、かかる裝填法では上記實驗結果より剛爆不良は明かであり、兩者を逆に裝填せる處良好なる結果を得た。

## 導 火 線 の 研 究 (第一報)

(昭和23年5月20日受理)

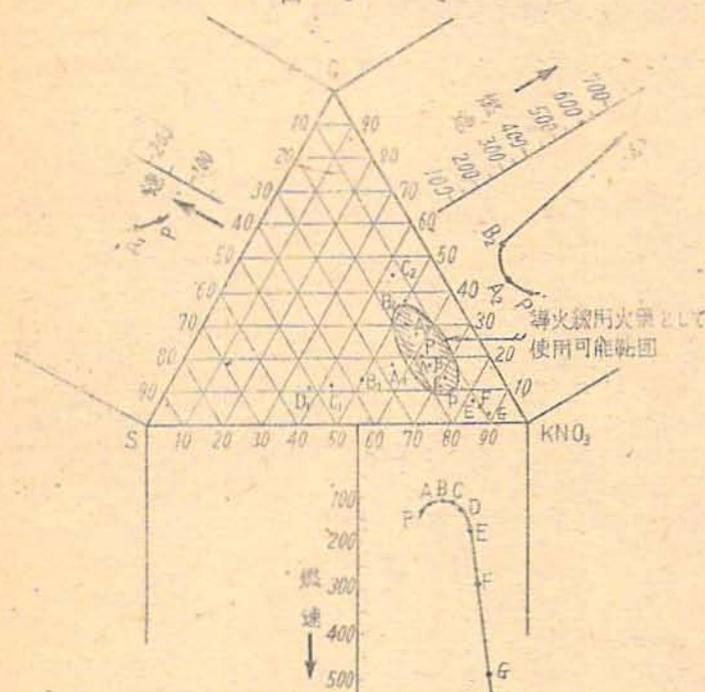
木 村 眞 次  
井 田 一 夫

### I. 總 説

#### 1. 導火線の構造

導火線は黑色火薬を中心として之を麻糸又は紙糸にて被覆し爆薬の發破に使用するものである、我國に於ては現在第一種、第二種、

圖 1



※ 日本化薬小倉作業所

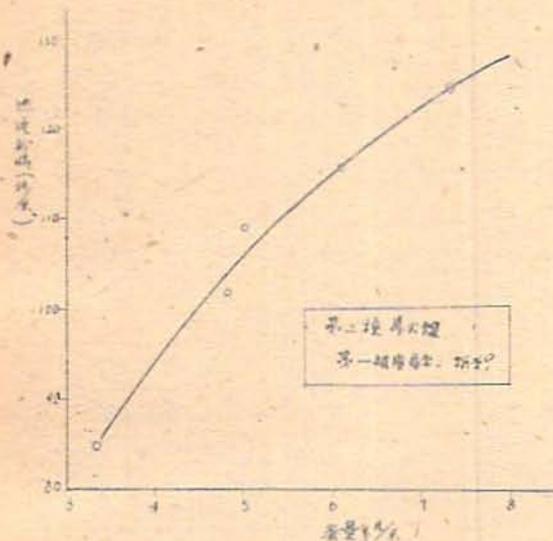
第三種導火線がある。この構造は例へば第一種導火線に於ては芯糸によりノツズルより引出されたる黑色粉火薬(芯火薬)を先づ麻糸又は紙糸を以つて被覆し(之を第一被覆と云ふ)此の上を再び麻糸又は紙糸にて反対方向より被覆し(之を第二被覆と云ふ)次ぎに防水塗料

(主としてアスファルト瀝靨のものを用ふ)を施し紙テープを巻き上に麻糸を被覆し最後に白土及糊劑塗粧をなす。

#### 2. 芯火薬

芯火薬として黑色火薬を用ふることは各國共同であるが外國に於ては主として黑色粒狀火薬を用ふるものが普通であるが我が國に於ては黑色粉狀火薬を用ふる、従つて被覆機より火薬を引出す爲に用ふる芯糸は粒薬の場合には一本で充分であるが粉薬の場合には三本使用せねばならぬ。芯火薬の配合比は表1に示す如く各國で異なるが配合比に依る導火線燃焼秒時の變化は圖1に示す如くである、圖中Pは硝石62, 硫黄18, 木炭90即現在の第一種導火

第 2 圖



線の火薬配合比である、之より見ると火薬の配合比は無暗に変更することが出来ないことがわかる、導火線の燃焼秒時は配合比の外に木炭の炭化度(収炭率)各成分の粒度、火薬の混和時間等が影響する。

導火線の含薬量が小になると燃焼秒時は短くなることは圖2に示す如くで極端に小になる場合には所謂速燃を生ずる恐れがあるが外國に於ける實驗に依ると表2に示す様に全く逆の結果即ち薬量が多くなると燃速は短くなる(Kooovar. S. S. 1927)この原因としては不明であるが粉状火薬と粒状火薬の差に依るものではないかと想像される、尙各國の導火線含薬量は表3の如くである、外國に於いては含薬量が多いことは注目に値することである、我が國に於ても薬細に依る速燃を防止するために出来るだけ多く入れ様とする傾向にある。

### 3. 麻糸及紙糸

外國に於いては第一第二被覆にすべて麻糸(ジュート麻)を用ひてゐる、我國に於ても昔時はジュート麻を使用してゐたが今次大戦前後よりジュート麻の輸入が困難となりその結果次第に麻糸の代用として紙糸を使用する様になつた、しかし紙糸を使用すると麻糸に見られる様な火薬と被覆材料との間に緊密がなく中空部を生じその爲薬量過少(薬細)又は製造後著しく温度湿度の影響を受ける場合には速燃を生じ易く且一旦速燃となつたものは

長時間空中に放置しても秒時は元に戻る事が無い(表4)速燃になつたものの秒時が空氣中に放置すれば元へ戻るのは空氣中の水分を吸つて被覆部と火薬との間に中空部がなくなつたのである、Marshallも被覆材料として紙糸を用ひてはならぬと記述してゐる(Marshall: Explosi vs vol III P.165)

### 4. 防水塗料

防水塗料が導火線の燃焼秒時及耐水性に及ぼす影響については表5及表7に示す如くである、機械の故障などで導火線を塗料槽に長く浸漬せしめたる場合には燃焼秒時は短縮し餘り長時間に亙る時にはアスファルトが内部に浸入して立消を生ずるからその部分を切捨てねばならぬ、又塗料の温度に依つても耐水時間は著しく異なる即ち温度が高くなればその耐水性が減少するからなるべく温度は低い方がよい餘り低温だと作業が困難になるから90~100°Cが最も適當である。

### 5. 燃焼秒時

以上の如く導火線は火薬の配合比、配合時間木炭の収炭率、被覆材料、被覆機のくせ含薬量火薬のしまり方、防水塗料、貯藏方法等に依り影響を受けるからその燃焼秒時は一定であると云ふことは出来ない、しかし導火線秒時は1箱(1000米)の内でも多く表はれる秒時を中心として確率曲線を描いて變化する即

$$y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2}$$

hは正確度と呼ばれるものでhの値が小さい程秒時のばらつきが多い、hは普通の導火線では0.2~0.3である、今h=0.3とせば

$$y = \frac{0.3}{\sqrt{\pi}} e^{-0.09x^2}$$

である故に燃焼秒時がaと-aとの間にある確率をPとせば

$$P = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{0.3a} e^{-t^2} dt$$

又上式に於いてx=0とせばy=0.175となり最も多い燃焼秒時の表はれる確率は17.5%である、次に確率曲線の全面積の四等分點と原點との距離をrとせばr=3.75となり全體の半分のは最も多い秒時を中心にして約±3.8秒の所にある、又試料として1000米か

ら 2, 5, 10, 20本を採取する時はその1000米の平均値と抽出試料の平均値との誤差は夫々 $\pm 11.5, 7.4, 5.2, 3.6$ 秒である、現在の試験規格としては1000米より5本抽出することとなつてゐる。

#### 6. 発生ガス量及其のガス分析

導火線を燃焼する時発生するガス量及ガス分析については Hail & Howell (Technical Paper 1912) が米國の導火線について發表してゐる(表7)彼らによれば兩種目に非常に差のあるのは薬量の差によるのみならず試料 E は糸に不燃性物質硫酸ソー酸をしみ込ませてある爲である、又試料 C では CO が多く発生するから坑夫の健康上有害であると云つてゐる、しかしこの試験は空氣中で燃焼せしめたものであり導火線を點火してから小さい孔から試験容器(Bichel の壓力計)内に入れて後その孔を密栓すると云ふ方法であるのでやゝ不正確である、そこで筆者は眞空デシケーターにてニクロム線で導火線に點火せしめそのガス量を壓力計により求めて後 Hempel の方法に従つてそのガス分析を行つた、その成績は表8に示す如く最も問題となる CO の量は10%位で第一種導火線に之が多いのは火薬配合比が木炭が多いこと被覆が二重であるため黑色火薬の燃焼不完全のためであらう。

表 1.

國名	硝石	硫黄	木炭	備 考	
日 本	1	68	15	10 舊陸軍製造	
	2	68	15	17 //	
	A	60	25	15 現在使用第二種導火線	
	B	62	18	20 // 第一種導火線	
アメリカ	1	79.96	9.78	9.80	Hall, Howell 米國に於ける 實測値
	2	74.31	8.68	16.20	
	3	71.52	10.00	17.50	
	4	66.60	13.48	19.37	
ドイツ	70	14	16	Kast	
	70	14	7	Ullmann	
フランス	40	30	30	燃焼 150米/秒 秒時	Stettbacher
	68	20	18		
	72	13	15		

表 2.

製 造 直 後		安 定 せ る 時 期	
火薬量 g/m	燃速 sec/m	火薬量 g/m	燃速 sec/m
5.95	98	6.20	121
6.15	96	6.60	116
6.20	91	6.65	113.5

表 3.

國 名	薬 量 g/m	備 考
日 本	3.5以上	第一種導火線
	4.5~5.5	第二種導火線
アメリカ	4.7~5.1	Snelling ; Eope (S.S. 1912)
フランス	5.5~5.8	Willecox
イタリヤ	4.3~5.6	實 測

表 4.

第一被覆構造		3 時間浸水後 3 時間 90°C 加熱			
應糸	紙糸	直後	2時間後	20時間後	7日後
0	13	41.5	79.7	92.8	96.2
3	10	30.3	88.6	90.0	110.0
5	8	47.5	100.0	120.6	119.4
7	6	72.5	101.6	118.1	118.6
9	4	81.0	100.5	122.1	124.4
11	2	88.0	114.2	122.4	126.2
13	0	115.5	122.7	125.4	125.0

第一種導火線第二被覆紙糸8本  
秒時は何れも10本の平均値

表 5.

アスファルト 熔融温度 (°C)	燃速 sec/m	耐 水 時 間		
		4	7	11
110~150	120.5	12/12	10/10	10/10
100~110	119.7	5/11	10/10	10/10
70~80	117.7	1/10	6/10	6/10

第一種導火線アスファルトはストレート (針入度 11.7 比重 1.05 融點 10~42°C) を使用する。  
成結中分母は試験後分子は消火数を示す。  
水溫 25°C

表 6.

塗料情中	浸漬せず	遅滞なく通過	1分間浸漬	3分間浸漬	5分間浸漬	10分間浸漬	
第一種	製造直後	128.7	122.2	123.0	117.6	114.2	110.8
	一週間後	128.3	123.0	122.0	120.6	114.7	110.3
第二種	製造直後	114.8	114.2	106.5	101.6	製造中切斷 さる	
	一週間後	117.3	104.4	105.1	100.8		

表 7.

導火線の種類	C	E	
試料の長さ (フィート)	100	100	
試料の重量 (g)	674	3.57	
試料の火薬重量 g/m	2.57	2.05	
0°C760mmHgに於ける ガス容積 (1)	103.1	37.1	
燃焼ガス 生成物 (容積比)	CO <sub>2</sub>	32.7	25.0
	O <sub>2</sub>	1.4	5.7
	CO	23.4	13.9
	H <sub>2</sub>	13.8	9.5
	CH <sub>4</sub> その他の炭化水素	4.1	5.9
	N <sub>2</sub>	23.8	39.0
	H <sub>2</sub> S	0.8	0.6
計	100.0	100.0	

C. は普通品 E. は改良品

Hall &amp; Howell (Technical Paper No. 7 1942)

表 8.

導火線の種類	第一種導火線	第二種導火線	
試料の長さ (m)	1	1	
火薬重量 (g/m)	39.5	5.49	
燃焼ガス 生成物 (容積比)	CO <sub>2</sub>	31.7%	28.3%
	O <sub>2</sub>	20.8	28.4
	CO	15.2	7.8
	H <sub>2</sub>	1.1	0.2
	CH <sub>4</sub>	0.4	0
	N <sub>2</sub> その他	31.1	37.3
計	100.0	100.0	

## 昭和24年度通常總會及び講演會豫告

工業火薬協會の昭和24年度通常總會及び講演會は昭和24年4月24日東京大學において舉行する豫定でありますから、會員各位は奮つて御参加下さる様希望致します。

期日等の詳細は追つて通知致しますが、講演會において講演希望の會員各位は必ず3月31日までに下記各項を工業火薬協會宛御申込下さい。

氏名、勤務先、演題、希望時間(一題目15分以内)