

# 導火線の着火試験

(昭和 18 年 3 月 16 日受理)

會員 吉田 銀次郎\*

## 摘 要

1. 緩燃導火線から同一導火線へ着火すべき能力を其間隔で示す試験方法を比較実験して溝形板上の試験を提唱した。
2. 溝形板に依る試験方法に於て操作上生ずる差異を示した。

## I. 緒 言

緩燃導火線の雷管へ点火すべき性能は導火線として主要な事であるが現在の市販品に於て不点火に終る事例は通常の場合殆ど無いと見られるので大なる注意も拂はれて居らない。此性能は導火線に依り又状況に於て相違する筈で、爆薬の殉爆に比す可き現象であり、点火す可き能力と着火すべき能力の相互関係で示さる可き関係のものではあるが、主目的は導火線の点火能力如何にあるので此點に關して主として試験した。尙此試験の名稱は点火點試験の如きものではないし、導火線から導火線へ火の着くか否かを見る試験なるが故に假に着火試験と名付けた。

## II. 試験方法と其操作法

着火試験は一般に内径 15 mm. 位の硝子管へ試験すべき導火線を 2 本直線上に縦列して其内の 1 本の端から点火して他端の噴火が次の導火線に着火する間隔を求めて居る。此試験法では管の内径が着火能力に影響するのではないが、又導火線の側面は必ず管の内壁面に沿ふて居るので其影響は如何と云ふ疑問が起る。

依て先づ試験方法として次の各種の方法を採つた。

- イ) 導火線を末端ならざる中間の 2 點で支へ中空に懸垂した時
- ロ) 平亜鉛板上へ並べた時
- ハ) 90° 角を爲す亜鉛溝形を造り溝底からの高さを 5 mm. とし此溝内へ並べた時
- ニ) 内径 5 mm. の管内へ並べた時
- ホ) 同 10 mm. の管内へ並べた時
- ヘ) 同 15 mm. の管内へ並べた時
- ト) 同 20 mm. の管内へ並べた時

試料は点火すべき導火線を長さ 60 mm. 着火すべき方を 50 mm. の長さとして兩者の間隔は 10 mm. 飛びに移動して同一間隔 5 回連続着火した間隔を mm 數で示して着火點とする。尙試料中点火すべき導火線の長さを 60 mm. としたのは(ニ)~(ト)の管内試験で 10 mm. を管外に露出して点火に便ならしめ管内に 50 mm 挿入する爲である。導火線の切断面は雷管缺と

\* 日本火薬製造株式会社技師

定規を用ひて特に中心線に垂直ならしめると共に切斷時の断面變形を起さぬ様注意し、點火不點火に拘らず壁面を清掃して試料を新にした。點火の際は一端を指壓で軟め線香で點火する通常の方法である。(ニ)以下の管内試験は硝子管を使用したかつたが適當なものを求めるに困難したので亞鉛板で圓筒棒を造り代用した。何れの方法でも試料の彎曲を矯正して垂直とし水平垂直共に2個の導心線の中心軸を一致せしむる事に甚難澁した。使用した導火線は何れも製造後1ヶ月以上経過したものである。

### III. 實驗の結果

#### i) 試料 第 I 種導火線 燃燒秒時 153 sec. (○着火×不着火)

試験法	90	80	70	60	50	40	30	決定
イ) 中空		×	×××	○××××	×××	○××××	○○○○○	30
ロ) 平板				××	×××	○○○○○		40
ハ) 薄板		×○××	○××○	○○×××	○○○○○			50
ニ) 5 mm. 管			××	×××	○○○○○			50
ホ) 10 mm. 管			××	×××	○○○××	○○○○○		40
ヘ) 15 mm. 管					××	○×××	○○○○○	30
ト) 20 mm. 管					×○×	○○○××	○×○○○	30

#### ii) 試料 第 II 種導火線 燃燒秒時 129 sec.

試験法	90	80	70	60	50	40	決定
イ) 中空		××	××	○×××	○○○○○		50
ロ) 平板		×○×	○○○××	○○○○○			60
ハ) 薄板		×○○××	○○○○○				80
ニ) 5 mm. 管		×○×○	○○○○○				70
ホ) 10 mm. 管		××	×××	×○○×	○○○○○		50
ヘ) 15 mm. 管		××	×○×○×	×○××○	○○×○×	○○○○○	40
ト) 20 mm. 管			×××	×○××○	××○××	○○○○○	40

#### iii) 試料 第 III 種導火線 燃燒秒時 120 sec.

試験法	80	70	60	50	40	30	決定
イ) 中空	○××	×○○××	○○○○○	○○			60
ロ) 平板			××	○××	○○○○○		40
ハ) 薄板	○×××	○○○○○	○				70
ニ) 5 mm. 管		×××	×××	○○○○○			50
ホ) 10 mm. 管		×××	○○×××	○××○×	×○××○	○○○○○	30
ヘ) 15 mm. 管				×××	○×○○○	○○○○○	30
ト) 20 mm. 管				××○×	○×○○×	○○○○○	30

## iv) 試料. 第 I 種導火線 燃燒秒時 127 sec (以下 vi 迄同一火藥使用)

試験法	間隔(mm.)	90	80	70	60	50	40	30	決定
イ) 中空			××	○×○○	○○○○				60
ロ) 平板				×○○○	○○○○				60
ハ) 溝板		○○×××	×○○○○	○○○○○	○○				70
ニ) 5 mm. 管		×○×○×	○○○○○	○	○				80
ホ) 10 mm. 管			××○××	×○×○○	○○○○○				60
ヘ) 15 mm. 管				×××	××○	×○×	×○○×	○○○○○	30
ト) 20 mm. 管						×○×	○×○	○○○○○	30

## v) 試料. 第 II 種導火線 燃燒秒時 120 sec.

試験法	間隔(mm.)	100	90	80	70	60	50	40	30	決定
イ) 中空				○××	×××	○○○	○○			60
ロ) 平板				×××	○××○	×○○	○○○			50
ハ) 溝板		××○	○○○	○○						90
ニ) 5 mm. 管			×○×	○○○	○					80
ホ) 10 mm. 管			○×	○○						60
ヘ) 15 mm. 管				×××	×○×	○○○				60
ト) 20 mm. 管					××	××	××○	○×○	○○○	30
							××	○×	○○	
							○×	×○	○○	30

## vi) 試料. 第 III 種導火線 燃燒秒時 128 sec.

試験法	間隔(mm.)	90	80	70	60	50	40	30	決定
イ) 中空				×××	○×○○×	○○○○○			50
ロ) 平板				×××○×	○○○○○				60
ハ) 溝板			×××	○×○○×	○○○○○				60
ニ) 5 mm. 管		×○×××	○○○○○	○					80
ホ) 10 mm. 管			×××	×○×○○	○○○○○				60
ヘ) 15 mm. 管				×××××	×○×××	×××○○	○○×○○	○○○○○	30
ト) 20 mm. 管						××○××	×○○○×	○○○○○	30

以上の結果着火點は次の如くなる。

試料	試験法	中空	平板	溝板	5 mm 管	10 mm 管	15 mm 管	20 mm 管
i) I 種		30	40	50	50	40	30	30
ii) II 種		50	60	80	70	50	40	40
iii) III 種		60	40	70	50	30	30	30
iv) I 種		60	60	60	50	80	80	60
v) II 種		60	50	90	80	60	30	30
vi) III 種		50	60	60	80	60	30	30

此結果から見て

- i) 試験方法としては溝板上のものが最良で5mm管が之に次ぎ、中空及平板はやゝ劣る。  
 ii) 管内試験は管径を大にする程不良となる。  
 iii) 供試材料では第II種が優秀で第III種第I種が之に亞ぐ、と云ふ事になる。之は導火線の中心線を合せる事の難易も影響するのは事實であるが、此難易も結果をより正確に出す事にも関係するから簡易であつて正確を期し易い溝板上の試験を方法として推賞したいと思ふ。

## II. 着火の起因

導火線の噴火端末からは焰と火花が出る。前述の着火は焰によるか火花によるものかを知る爲に簡易な実験を行つた。之は寫眞法に依れば容易に知れる事であるが装置もないので次の様にして概念を得た。

即導火線の噴火端末に導火線中心軸に直角な和紙の衝立を置き其間隔を變へて噴火を和紙に衝突せしめて生じた焼跡を驗べる。結果は次の如くである。

試料名 衝立間隔	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)
20 mm	焼徑 8 mm	8	15	15	10	5
30	同 5	3	10	13	4	數點
40	なし	1 點	2-3 點	10	1 點	なし
60	なし	なし	1 點	1 點	なし	なし
80	なし	なし	なし	なし	なし	なし
火花到達最遠	約 150 mm	200	150	200	200	150

此結果中圓形焼跡を火焰によるもの點狀燒痕は火花によるものと見做すと上述の結果を纏めて

	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)
着火點 (溝形)	50	80	70	60	80	60
火焰到達	40 以下	40°	40°	50°	40°	30°
火花の最も強き間	40 以下	50°	70°	70°	50°	40°
火花の最大到達點	150	200	150	200	200	150

となり、結果は粗雑ではあるが點火するものは火焰のみならず火花にも依るもので火花の到達距離のみでなく其發射の強さに起因するものであるらしい。此點に關しては尙研究の餘地がある。

## III. 噴火端の切断面による着火の相違

噴火すべき導火線の端末形状、主として中心軸に對する断面角度の着火に對する影響を知る爲、溝形板試験に第II種導火線を使用して次の試験をした。

着火導火線の切断面は其中心軸に直角とし、噴火する端末を中心軸と90°、60°、45°、30°の角をなす断面とし尙溝板の壁面に依る影響を見る爲に断面を上向き、横向き、下向きとして着火試験をした結果は次の如くである。

断面角と 方向	着火間隔 mm									決定
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
90°							○○○ ○○○	×○○○ ×○	××	70
60° 下向					○○○ ○○	×××	×			50
60° 上向		○○○ ○○	×○○ ○×	××	××	××				20
60° 横向			○○○ ○○	○××	××					30
45° 下向				○○○ ○○	×××					40
45° 上向	○○○ ○×	×○○ ××	××							10
45° 横向	○○○ ○○	○○○ ××	○××	○○						10
30° 下向		○○	○○	○○○ ○○○	×○×	×○				40
30° 上向	○○○ ○○	×○○ ○××	××							10
30° 横向	×○○ ○○	××○ ○○								10

上記結果の如く噴火末端の断面角度は着火點に甚しい影響を示すもので、又其断面の方向に依ても差異を生ずる。之は溝板の壁面に沿ふ火花の集中に依て起るものと解される。しかし此集中の効力は導火線自體の噴出する力の効果には遙かに及ばないもので、換言すれば導火線の着火力は噴火時の壓力即放射力に依て影響があるものである。

断面からの噴火状況を觀察すると火焰及火花は断面に略垂直方面へ放出され断面角が小になる程即黑色火薬の露出面積が大となる程其勢は減ずる傾向にある。之は雷管への點火の際にも適用出来ると思はれるから、雷管への導火線装入末端を斜に切る程點火力は弱くなり、雷管體内壁へ放射焰を衝突させる事となつて直接放射で點火せしめるより點火力を減殺する事になる。

#### IV. 着火試験の確率

前述の如く各試験方法中溝板試験が優秀であるとしたが此試験に於てどんな確からしさが有るか次の試みを行つた。

第 II 種導火線を試料として間隔を次第に増大して遂に不着火に終る迄繼續する。是を 20 回繰返したものと、別試料で同一間隔を 10 回連続試験したものととの結果は次の様に成つた。

##### 1) 連續試験

項目	間隔 mm.										
	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
逐次上昇不着點回数	0 回	0 回	2 回	1 回	3 回	3 回	5 回	1 回	2 回	2 回	1 回
着火回数/全回数	20/20	20/20	18/20	17/18	14/17	11/14	5/11	5/6	3/5	1/3	0/1
20 回に對する着火率%	100	100	90	85	70	55	25	25	15	5	0

## ロ) 10回試験

距離	40	50	60	70	80	90
結果	○○○○○ ○○○○○	○○○○○× ○○○○○	○×○○○ ○○○○○×	×○○○○ ○○○○○	×○××× ○××××	×××○× ×××××
着火率	100	90	80	90	20	10

此等の結果から見ると距離と着火率は傾向は一定して居るものゝ相互の比例的関係は見出せない。即試験結果はあまり鋭敏なものでは無いと見られる。此の現象は單に試験方法の巧拙にのみ依るものでなく、導火線の構造が部分的に均一性を缺く結果も影響するものと見られる。導火線は其構造上切断面に於ける黑色火薬の装填されてある直径は2mm以下である。此2mmの黑色火薬が噴火端に於て放出する火焰の長さは50mm位迄で其中は3mm位である、更に噴火端から放出される火花は次の様な圓錐形に擴がる(實測せる1例)

噴火端よりの距離 mm.	0	20	40	60	80	100
火花飛散面の直径 mm.	2	20	30	40	46	58
同上圓面積 mm <sup>2</sup>	3.1	314	785	1250	1660	2640
圓面積の比	1	100	250	400	530	840

即ち径2mm孔より發散される火花は着火點と見られる40~80mm.の距離に於て1/250~1/500に擴散されて居り其内の1火花又は數火花が径2mm断面に達して點火するのであるから距離の増大と共に確率は激減するし、被覆の方法如何により此放射圓錐形も變形されるであらうし、黑色火薬の中心點が部分的に偏位したり、必ずしも中心線と一致せず、燃燒の道程が彎曲する場合も有るであらうから導火線其物も部分的に一樣な噴火をするものとは思はれない。

故に單なる推定ではあるが3回ならば3回着火5回ならば4回着火10回ならば8回着火位の所を着火點と押へても大過なささうである。即ち80%位着火した點を決定點と見る譯で此決定には±10mm位の誤差が含まれて居ると見て良いかと思はれる。

逆に云へば導火線なるものが其構造上厳格な試験方法に依り嚴密な試験結果を與へるに適したものであるとも言へる。

## V. 試料長さに依る着火點の相違

以上の試験に於て試料の長さは總て50mmに採つたが試料の長さ(噴火せしめる第一導火線)が着火點に影響を與へるのではないか次の試験をした。

試料長 \ 間隔	60	70	80
50 mm	○○○×○	○○○○○×	×○×○×
75	×○○○○	○○○×○	○○○○○
100	×○○○○	○○○×○	○○××○

即ち試料の長さは大なる影響はない。觀察に依れば第一の導火線の點火した端末から激しい勢で噴火するが試料を次第に短縮して行くと此時間は遞減するが最末端で噴火する狀況は試料の長さに拘らず殆んど瞬間的で變りは見られぬしその勢にも大なる變化を認め得られぬから試料の長さは重大な影響なしと見られる。

依て操作上便宜な最短試料長さとして50mmを採る事とする。

## VI. 結 論

以上の實驗に依て著火試驗方法として次の結論を提唱する。

イ) 點火せしむ可き導火線の長さを 50 mm とする (着火すべき導火線の長さは任意で良いが以下の操作上 50 mm 位が適當である。)

ロ) 試料は角度  $45^\circ$  の V 形で深さ 5 mm. の溝内に並列する。

ハ) 試料採取の際其断面は導火線の中心軸に對し垂直面とし、導火線試料は試驗前良く變曲を矯正して其中心軸を一直線とする注意する。試料を溝に裝入した際も同様中心軸の一致に注意する。

ニ) 導火線の間隔は 10 mm 飛びに同一間隔を 5 回試驗し 5 回中 4 回以上着火した最大間隔を以て決定點とし其 mm 數を以て示す。

(以上)