

火 薬 協 會 誌

第 4 卷 第 3~4 號

昭和 18 年 3 月 20 日 發行

研 究 ・ 報 文

導 火 線 の 燃 燒 秒 時 に 就 て

(昭和 17 年 11 月 14 日受理)

會 員 吉 田 銀 次 郎*

緩燃導火線の燃焼秒時と言ふ事に使用者側の関心が高まり、最近二三の話題を興へて居るので、使用者に知つて置いて貰ひたいと思ふ事を概念的に説明して見る。

燃焼秒時を左右する條件

導火線は火薬類を起爆させる爲に一定の距離から點火する方法を興へるもので、緩燃導火線に於ては此目的の爲に、黑色火薬の燃焼傳播を利用して居る故に、紐狀とした粉狀黑色火薬に如何なる速さで燃焼を傳播させて行くかと言ふ事が、其主目的であり且導火線の生命でもある。

故に導火線の燃焼速度は粉狀黑色火薬の條件で左右される事は明で、更に是を紐狀とし且外部の影響を防止する爲に加工した所謂被覆の方法と材料の影響を第二に受けて居る。第三次としては製造後使用迄の取扱及使用時の各種條件の影響があるが是は本質的のものではないから言及せぬ事とする。

黑色火薬の燃焼秒時を左右すべき條件の主なるものを舉げて (イ) 原料の性質、(ロ) 配合率、(ハ) 火薬の混合状態、(ニ) 使用量の多寡、(ホ) 装填比重、(ヘ) 粒子の大きさ、(ト) 含水量、(チ) 外壓、(リ) 不燃物又は不純分の含有等の各々に依て影響がある。

一般に物を定速度で燃焼される事は至難で嚴密に旨つたら燃焼の一定と云ふ事は出来ないのかも知れない。温度や熱は一定に爲し得るが燃焼の傳播を一定にして利用する事は世上稀である。火薬にしても爆轟や爆燃に導く事は容易であるが、爆燃すべき黑色火薬を緩慢な燃焼の範圍で加之其燃焼を一定にして利用しやうとする、導火線なるものが既に無理なのかも知れない。

黑色火薬の燃焼速度

i) 原料の性質 單一化合物の性質は一定して居るが、黑色火薬の様な混合成分のものは原料の性状に依て左右される事は重大である。原料として使用する硝石や硫黄は單一化合物であ

* 日本火薬製糖株式会社技師

り、精製等に依て純粹なものにして性質を一定する事は出来易いが、問題は木炭にあつて木炭の材料たる木材は其種類、樹齡、産地等で性質を異にし、炭化する際の温度や方法等の影響を受けるので何時でも均齊な性質のものを得る事は出来ない。黑色火薬の性質は木炭に依て左右せられると言つても過言でない。

ii) 配合率 配合の割合に依て燃焼の條件が變化する事は勿論で他に火付きの問題や發生する瓦斯の變化も伴つて来る。製造工場では此點に關して各自最善と思はれる配合率を採用して居る筈であるから日常製品への變動影響は少いと思ふ。

iii) 火薬の混合状態 原料の性状と共に黑色火薬製造時の方法、主として粉薬たる粒子の大きさや混合の均等性等の影響を受ける事は明である。

iv) 使用量 導火線の心薬として使用される量の多寡は燃焼速度に影響があり多い程速くなる傾向がある。

v) 裝填比重 粉薬であるが故に之を裝填する際の加壓の影響は甚大なものがあり、加壓を大として比重を増す程燃焼は速くなる。

vi) 粒子の大きさ 同一の火薬でも粉状で用ひる場合と粒状とした時では燃焼が異つて来る。又粉状火薬の特性として一定時間後固化する傾向があり、比重や容積を變へないでも粒子が附着し合つて塊状となる事がある。導火線中から取出した黑色火薬を篩分けて燃焼を測定したら、粒状のもの程其の大きさの大なるもの程燃焼は早い結果を得た。

vii) 含水量 硝石、木炭の様な吸濕物を原料とした黑色火薬が吸濕物たるは當然であり、含水量は燃焼を早める傾向がある。1% 以下の水分の火薬に 10% 附近の水分を含有させると燃焼速度は半減した。尤も含水量が多過ぎれば燃焼し難くなる。

viii) 外壓 黑色火薬自身の裝填比重の外に外壓の影響がある。燃焼の際の發生瓦斯を逸散せしめるか否かで燃焼速度を異にし外壓が大となれば早くなり遂に爆燃の状態に達する。燃焼の際生ずる焰の大きさによる影響は詳でない。

ix) 不純分又は不燃物の含有 黑色火薬に滑石等の不燃物を混合するとその混合量に比例して燃焼速度は遅減する。是から類推して不純分の含有は燃焼速度に影響ある事も明である。

被覆の燃焼に及す影響

黑色火薬自身の燃焼に被覆の構造が及す影響は被覆に依て上記の各條件を伴ふから當然の事であつて、導火線の構造上から説明すると。

x) 心糸 黑色火薬を誘導する爲に導火線の中心に木綿糸 2~3 本が挿入される。是は黑色火薬の形態保持と共に (ix) 項 (v) 項 (ix) 項等に連關した色々の影響を及し且自身燃焼時に於て作用するものと思はれる。

xi) 黑色火薬 一定の口徑を有する臼から落下せしめる火薬量は一定なりとは云へぬから (iv) 項 (v) 項の變動を與へ且 (vii), (viii) 項の條件に依つて落下量は異つて来る。

xii) 麻糸又は紙糸 黑色火薬の周圍を圍繞して粉薬の紐状形態を保持すべき麻糸又は紙糸は其性状と使用方法に依て導火線の性質に重大な影響を與へる。製造當時に張力關係で (iv) 項 (v) 項を左右し夫自身の有する立毛(ケバ)は (ix) 項の作用をするし伸縮度は (v) 項の變化を與へ、各糸が相寄つて生ずる溝状のある圓筒内面は火薬の形狀を與へる。又麻糸の含有し或は製造時に與へられる油は含有量が一定でないし數 % に及ぶ含水量は當然 (vii) 項の問題とな

る。

同一火薬を同一状況で用ひ麻絲と紙絲とで被覆したものは紙絲被覆の方が燃焼が速く、又製造後燃焼秒時に異動が少ないのが常である。此一事を以て麻絲より紙絲の方が優秀なりと早合點するものが有るが、紙絲には火薬の一定量を抱合保持する能力が麻絲に比して少なく、又伸縮性に乏しい爲製造時火薬の各部に於ける量の差異を補正して均齊とする能力も缺け、且其後外部からの機械的作用を受けた時内部火薬を保護する能力も少ないから、薬切れ立消え、早發等の危険や耐吸濕性も劣つて居ると見ねばならない。

故に紙絲使用で導火線品位が向上すると見るのは大なる誤であつて、現在の所紙絲はあくまで麻絲代用品たるの域を出て居らない。此點は使用者側でも取扱に特に注意を要するものと思ふ。

xiii) 外部被覆 以上の外の各種被覆材料は防濕防水や導火線の強韌性を附與する爲の構造であるが一面是に依て (v), (vii), (viii) 項等への影響を伴つて来る。

導火線の燃焼秒時

上述の各種影響に依り變化を伴ひ易い導火線は其完成後迥色々な燃焼上の影響を受けてゐる。假に一定の材料一定の製造方法で造つた導火線の燃焼秒時は一定かと云ふと、一定なりと斷言する事は噓になる。目下の所製造工程に於て導入される各條件を一定すると云ふ事は困難なので、勿論技術家としては條件の克服に絶えざる努力は拂つて居るものゝ其條件があまりに多岐であるので、實狀として一定と云ふ字は用ひられない。然らば現在市販の導火線はどんな燃焼秒時を持つて居るものかと問ふと。

xiv) 黑色火薬の變化 現在導火線に使用された黑色火薬を取出してその儘空氣中で燃焼したら 30 秒位の秒時を與へる。即ち空氣中本來の燃焼秒時を 3~4 倍の速さに遅延せしめたものが導火線の秒時となつて居るので、遅延させた各條件に狂ひがあつたら導火線の燃焼速度にも狂ひを生ずる譯である。しかも何倍にも引伸して居る事が狂ひを大とする所以でもあり同一火薬を用ひても同一秒時の導火線を得られない點でもある。

xv) 時間的變化 導火線は製造直後と或時間を経過させたものとは燃焼秒時が異つて来る。1 週間か 10 日位迄 10~20 秒位秒時が延びる。夫以後も緩慢ではあるが延びが有るのが通常である。此の延び方が一定しない。殆んど延びないものも有り甚しく延びるものもある。一週間位すると所謂落付いた時期と云へるのである。

xvi) 試験試料の長さに依る變化 燃焼秒時を測定する際 0.5 m, 1 m, 2 m 等長さを變へて試験したら秒速は長さに比例した價を與へて呉れない。短いもの程永目に長いもの程短か目に出るのが常である。換言すれば試料の長さで燃焼速度は異つて来る。

xvii) 外況に依る變化 導火線を空氣中で燃焼する時と密閉した所で燃焼する時で速さに變化を生ずる。詰物した場合速くなる事例は本誌抄録中に紹介されてあつたが、水中で燃焼した場合も同様であり、單に水中に數分間漬けたものでも秒速に變化を生ずる。

xviii) 同一製品に於ける變化 1 箱 1,000 m の導火線は同一材料同一方法で同時に製造したものであるが 1,000 m 1 連の導火線各部分の燃焼速度は必ずしも同一でなく、多少の遅速は免れない。

以上の様な變化は何で生ずるのか、確信出來ないが前に述べた諸條件を適用して見ると類推

は出来る。勿論記述した條件外に何等かの因子が存在するか知れないが、是の原因は此點なりと断定するのは誤を生じ易く且誤解を招く憂れもあるから目下の所以上の様に漠然と言つて置く。

燃焼秒時と云ふものゝ概念

以上是でも變る彼でも差が有ると列べたてゝ逐一解答を與へて居らぬのは不都合の極であるが、筆者不敏敢へて爲し得ぬので此點は大方諸彦の敬示に待つ事大である。只筆者の言ひ度いのは、導火線の燃焼秒時は不變で一定し得るもので有り夫が出来ないのは技術家不精に依るものだと言つた様な解釋をされない様に願ひ度い丈である。夫では燃焼秒時とは何かと云ふ問題になる。

火薬統制會社が改定した所の規定に依れば

イ) 製造一週間經過した時。

ロ) 1,000 m (製品1箱の意と解釋する) 中 2 箇以上の試料をとり。

ハ) 1 m の燃焼速度を測定して平均の秒數をとり。

ニ) 得たる結果を 10 秒以内の差に在る 110, 120, 130 の數字で示す。

と云ふ事になつて居る。即導火線の燃焼秒時と云ふのは

導火線製造後 1 週間經過したものを長さ 1 m 燃焼した際得たる速度を秒數で示して、1 箱内導火線の燃焼速度を代表させたものであり。

緩燃導火線の 1 m 燃焼速度は 100 秒から 140 秒の間に有る所のものである。

逆に極言すれば 1 箱内の導火線でも 20 秒位の差位があり、製品に表示した數字は製造後 1 週間目に得た結果を示して居るに過ぎないとも云へる。甚だ無責任の様では有るが此程度の概念で燃焼秒時を取扱つて貰へば大過ないものと云へる。要は表示された數字に拘泥せぬ様留意が望ましい。其理由は製品となる迄の各變化と共に使用迄の取扱や方法に依ては多分に外部の影響を受けて燃焼秒時に變動を來し易い爲である。

燃焼秒時と使用の際の注意

導火線を使用する目的は危険な作業に在るので上述の様に導火線の燃焼秒時に或程度以上の信用が置けぬとしたら、以下の様な使用上の注意が必要になると思ふ。

i) 導火線を用ひて齊發起爆は絶対に出来ない。

ii) 心拔や拂で逐次點火して各裝藥を順序正しく逐次起爆させる爲には、導火線に點火する間隔を 10 秒以上にとるか、導火線の長さを逐次 10% 以上に延して行くかせねば安全でない。

二つの導火線を逐次點火する際此二つの燃焼秒時が同一ならば點火時間の差で相次で起爆する筈である。所が若し後で點火したものが 3 秒早く燃焼したら點火の間隔が 3 秒であつたとしても同時に起爆してしまふ。規定に依て 10 秒の差が與へられて居るから、100 秒から 140 秒迄に於て 10% から 7% 迄の差異が有るものと見なければならぬ。實際問題として 10 秒以上の差を置いて逐次に點火すると云ふ事は行はれ難く又待避の時間を考慮したら逐次點火とは云ひ條幾何程も出来なくなるので、長さを變化して用ひる方が採用し易い。しかし之とても 10 孔の裝藥では最初と最後のものでは 1 m 以上の差となり、無駄な導火線を使用する事になる。導火線で順序よく逐次に點火しやとする事が既に無理で、其必要が有るならば他の適當な方法

を採用した方が良いのでは有るまいか。

iii) 土工事や岩割等短かい導火線を使用する場合表記燃焼秒時如何に拘らず 1 m の導火線燃焼は 100 秒なりと考へて、待避時間や點火時間等を割出す事を勤めたい。30 cm の導火線は 30 秒で燃えると考へるものでたとへ是が 140 秒臺のもので有つたとしても 42 秒で起爆するから、此差 12 秒を争つて危害を受ける様な事は愚である。要するに早く燃えるものと思ふ事は安全率を増す事である。

iv) 導火線の表示燃焼秒時を信頼するな。表示する種類はたつた三つの數字でしかも各々が 20 秒範圍の餘裕を持つて居るのであるから數字として信頼すべき値は甚だ薄い。しかも 1,000 m に 2 m 僅かに 0.2% で全般を代表させてあるが故に何とか教のお筆先よりも信頼し得る程度は低い。120 秒と書いて有るから 120 秒で計算して點火と待避の時間をギリギリに取り、起爆の待時間を最小限度として發破員としての技量を誇つたり、時間と物資の最大節約をしたと思つたりするのは愚の骨頂である。萬一災害を生じた際の事を考へたら、又表示秒時の公差如何と云ふ事を知つて居つたら斯る方策は一を知つて十を知らざる徒と云へやう。計算の基準とするならば前述の様に 1 m 100 秒と思ふ方が安全である。

v) 表示の秒速を目安に使用するならば、導火線各箱の使用區分を明確にして混同せぬ事である。1 箱内の導火線は各部分に相違あり、日時經過による變動を伴ふとは云へ、外部から甚しい影響を受けぬ限り 10 秒も 20 秒も狂ひが有るとは思へない。110 秒ものも 130 秒物も出鱈目に混同して表記數字を目安にするのは酷である。又同じ 120 秒表示でも 120 秒以下のものと 120 秒以上のものとは最大 20 秒の差があるから表記數値以上の開きがあり、以て同様な秒速のものなりと思ふ事は早計である。即各箱毎に區分使用の必要ある所以である。又試験は簡單であるから必要な時は使用前に試験して見るのも良いと思ふ。

vi) 開箱から使用迄にも變化が起きる。叩いたり擦つたり曲げたり水に濡したら必ず燃焼は早くなるものと見て大過ない。

以上粗雑漠然たる草稿ではあるが何等かの御役に立てばと思つて紙上を拜借する次第である。
(終)