

第五章 爆破薬及起爆用品

A. 一般火薬と其種類 火薬とは不安定なる平衡状態に集合せる固體若くは液體にして、輕微なる攪亂作用によりて化學的變化を惹起して原容積に比して非常に多量の瓦斯を急激に發生するものである、而して其生成瓦斯は此化學變化のため莫大の熱量を放ち益々容積を膨脹するものを云ふ。

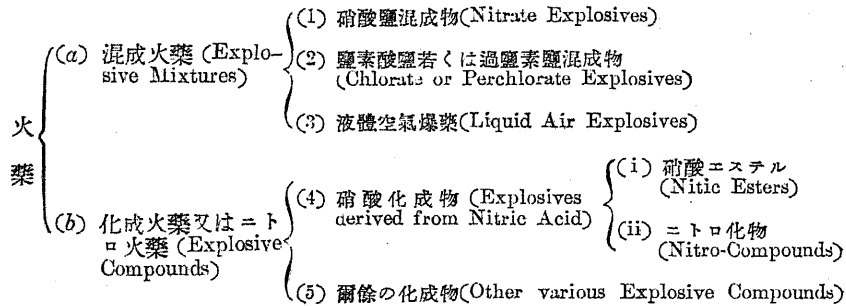
火薬の種類中爆力の最も微弱なるは黑色火薬 (Blasting Powder, Black Powder) であるが同火薬にても 1 立より 445 立の瓦斯と 1,233 W.E. の熱量を放出する、之と反對の例を挙げれば石炭瓦斯と空氣との混合物 1 立は點火に依り大爆發をなすも僅々 0.966 立の瓦斯と 0.854 W.E. の熱量を出すに過ぎぬ、一般に言はゞ氣體爆發物は爆破薬には適用せられぬ、又テルミット (Thermit) は四三酸化物 ($O_4.F_{23}$) とアルミニウム (Al) の粉末の混合物である、之に點するときは溫度昇騰して $3,000^{\circ}C$. にも達するが然し瓦斯を放出せざるが故に爆破には適せぬ。

火薬を其性能に依りて種別するときは、高級火薬 (High Explosives) と低級火薬 (Low Explosives) となる、前者は破爆反應の非常に迅速にして破壊作用を伴ふものである、ダイナマイト (Dynamite) は此種に屬する、又後者は爆反應比較的遲緩にして推進作用を伴ふものである、黑色火薬は之に屬する、又火薬を其用途に依りて分類するときは次の四種に別たれる。

- | | |
|------------------|---|
| 發射薬 (Propellant) | 彈丸の發射に使用するもの |
| 炸薬 (Burster) | 彈丸、水雷、地雷を炸裂するに用ゆるもの |
| 爆破薬 (Blaster) | 岩石土壤又は樹木を爆破するに用ゆるものにして軍事上の外、土木工事、鑛山工事等廣汎に亘り使用せらるるもの |
| 起爆薬 (Detonator) | 火薬に爆反應を惹起せしむるために用ゆるもの |

雷汞、窒化鉛等は此種に屬する

B. 組成に依る火薬の分類 火薬を其組成より觀て分類するときは次の如くなる。



(a) 混成火薬は不爆性の混和體にして爆破の瞬間までは全然化學的變化を受けないが可燃體である、而して隣接せる支燃體より酸素の供給を受けて激しく燃ゆるものである。

1. 硝酸鹽混成物とは硝酸鹽類に木炭硫黄其他の可燃物を混和したるものである、而して硝酸鹽類として通常硝石 (KNO_3) 硝酸アンモン (NH_4NO_3) 智利硝石及硝酸バリウム($Ba(NO_3)_2$)を用ゐる、黑色火薬、アンモナル(Ammonal) アンモナイト (Ammonite) 等は此種に屬する、此内最も廣汎に用ゐらるゝは黑色火薬である、同火薬は硝石 66~75% 硫黄 14~17% 木炭 15~17% より成り其組成率は各國に依り次の如く相異してゐる。

	日 本	英 吉 利	獨 逸	佛 蘭 西
硝 石 (Salt peter)	70	75	70	72
硫 黄 (Sulphur)	15	10	14	13
木 炭 (Charcoal)	15	15	16	15

2. 鹽素酸鹽混成物とは硝酸鹽の代りに鹽素酸若くは過鹽素酸のアルカリ鹽を用ゐたものである、此鹽類は酸素を出し易いから燃焼迅速で且機械的に鋭敏であ

る、ペルモニット (Permonit)、カーリット (Carlit) 及ラカロック (Rack-a-rock) は此種である、ペルモニット第二號は安全爆薬として炭坑に使用せられてゐる、獨逸及英吉利に於て認定せられてゐる組成は次の如くである。

	獨逸にて認定せられたるもの	英吉利にて認定せられたるもの
過鹽素酸加里	24.5%	31.0—34.0%
ニトログリセリン	6.0	3.0—4.0
弱 棉 火 薬	—	0.1—0.5
硝 酸 ア ン モ ン	29.5	39.0—40.0
トリニトロトルオイル	7.0	11.0—13.0
麥 粉	4.0	5.0—9.0
木 粉	3.0	1.5—3.5
食 鹽	25.0	—
グリセリンと膠の溶液	1.0	—

カーリットは過鹽素酸アンモニヤを主劑とする無機鹽類の粉末狀調合物であるが、自然分解を起さざるが故に貯藏上安全である。

又其組成は略ぼ次の通りである。

過鹽素酸安母	75%
硅 素 鐵	16
木 粉	6
石油ゼリー	3 (濕氣を防ぐため混じたるもの)

ラカロックは鹽素酸加里の粉末を壓搾して圓嚮とするか、或は嚮に入れて運搬並びに貯藏する、而して使用前ニトロナフタリン(Nitronaphthalene) 中に暫時浸漬して之を吸収せしめて使用する、其最も有効なる組成は次の如くである。

鹽素酸加里 (Potassium Chlorate)	79%
ニトロナフタリン	21

抑も火薬は運搬中若くは貯藏時に災禍を惹起することが往々ある、此缺點を除くために Sprengel は各成分の不爆性のものを別個に運搬且貯藏し使用地に於て之を混和して爆薬化することを考案した、此種火薬を總稱して Sprengel Explosives と稱す、ラカロックも亦その種に屬する、日清戦役中に爆薬の輸入杜絶したがラカロックは戦時禁制品でなかつたから我國は之を輸入して各鑛山とも其事業を繼續した、又日露戦役中旅順に籠城した露軍は盛んにラカロックを使用したと云ふ。

3. 液體空氣爆薬は前世紀末リンデ (Linde) に依りて發見せられ、シンプロン第一に試用せられたが技師長更代して用ゐられなくなつた、世界戦争開始後置逸はダイナマイトの原料に不足を生じたので、爆破薬としては之に依るの外なく炭坑の如きも殆んど之を使用した。

製法は空氣を 200 氣壓に迄壓縮するのであるが、一度に壓縮すれば高温を發生するが故に 5, 15, 50, 200 氣壓の四段に分ちて壓力を遞増する、而して此作業中終始冷却して空氣より熱量を奪取する、而して此壓縮空氣を 200 より 50 を經て一氣壓に解放するときは氣温は低下し $-180^{\circ}C$ に至れば酸素は液化する、窒素の液化温度は猶低きが故に氣體窒素は壓氣機の冷却用として使用せられる。

薬包として燻煙と乾燥せる木炭とを混合したるもの、又は懷爐灰が用ゐられる、使用前之に液體を吸収せしめる、點火するときは非常なる勢を以て炭酸瓦斯を發生する、此變化が急劇に起るが故に爆發の現象を表はすのである、液體空氣を薬包に吸収せしめるには重量に於て薬包の五倍以上とするが宜らしい、若し過小なるときは酸化炭素を發生する虞がある。

(b) 化成火薬は或化合物にして其分子中の元素は爆生瓦斯を生成すべく 排列せられたるものである、此種爆破薬の主なるものは一般に炭素、水素、酸素及窒素を含有してゐる、而して是等元素は頗る不安定なる状態に於て結合せるを以て、爆發に際しては容易に分解して窒素を遊離し、炭素、水素、酸素の三元素化合して

瓦斯となる、即ち可燃體と支燃體とは一分子中に存在してゐる、それ故に混成火薬に比すれば化學變化は迅速である。

4. 硝酸エステルは或アルコールを硝酸を以て處理して得たるものにて、棉火薬及ニトログリセリンの類である、此内棉火薬 (Nitrated Gun Cotton) のみを爆薬として用ゆれば爆性物は全部瓦斯體化し殘滓なく従て爆力強大である、故に強棉火薬と稱せられる、然しその爆性瓦斯中に多量の酸化炭素を含有し、有毒なれば之を酸化して炭酸瓦斯となさんがために酸化劑として硝酸鹽類を混和して使用する、但し爆力は減退する此種の組成は次の通りである。

	Tonite No. 1	Tonite No. 3	Potentite
棉 火 薬	51 %	19 %	50—60 %
硝酸バリウム	49	68	
チニトロベンゼン		13	
硝 石			40—50

ニトログリセリンを主體とする爆薬はダイナマイトであるがダイナマイトには次の如き種類がある。

- ダイナマイト {
 - (α) 不活性吸収剤を用ゆるダイナマイト (Dynamite with inactive absorbent)
 - (β) 活性吸収剤を用ゆるダイナマイト (Dynamite with active absorbent)
 - (γ) 膠質ダイナマイト (Colloid Dynamite)

α. 硅藻土ダイナマイト (Kieselguhr Dynamite) は此種の代表的のものでニトログリセリンを硅藻土に吸収せしめたものである、硅藻土は殆んど硅酸より成るもので我國にては北海道及秋田縣より産出する、英吉利にてはニトログリセリン 70—80% を含有せるものを Dynamite No. 1 と稱し、又北米合衆國にては之に燒曹達 0.5% を加へて Giant Powder No. 1 と呼ぶ、燒曹達を加ふる理由は貯藏中に發生する酸性瓦斯を中和するためである、我國に於ては鶴印及龜印は此種に

屬し其組成は次の如くである。

	鶴 印	龜 印
ニトログリセリン	75 %	70 %
硅 藻 土	25	30

β. 吸収剤として硝石、硫黄、木粉、木炭等可燃體を使用し之にニトログリセリンを吸収せしめたるものである、此種に屬するもの、組成は次の通りである。

	Straight Dynamite (米國)		蘭 印
ニトログリセリン	40 %	60 %	30
硝 石	44	23	30
木 粉	15	16	33
硝酸バリウム	0	0	5
硅 藻 土	0	0	2
石 灰 石	1	1	0

石灰石を入れるのは、分解に依りて生ずる酸性瓦斯を中和して安定を良くし貯藏に便ならしめるのである。

γ. 膠質ダイナマイト (Colloid Dynamite)、ニトログリセリンと弱棉火薬 Colloidion) とを混合して加熱するときは溶解して膠質物となる、之をブラスチング、ゼラチン (Blasting Gelatine) と云ふ其組成率は次の如くである。

ニトログリセリン	90~93 %
コロデイロン	7~10

爆力は強烈である之に緩和剤を加へて製出するものにして、ニトログリセリン 70~77 % のものをゼラチンダイナマイト (Gelatine Dynamite) と稱し又ニトログリセリン 57~63 % のものをゼリグナイト (Gelignite) と呼ぶ、我國の松印は

ブラスチング・ゼラチン、竹印はゼラチン・ダイナマイト又櫻印はゼリグナイトである、緩和剤としては硝石木粉が用ゐられる。

猶安全ダイナマイト (Safety Dynamite) と呼ぶものである、それはニトログリセリンを主剤として硝酸アンモン、蓆酸アンモン、硫酸曹達、結晶曹達、食鹽等を混和してゐるものと言ふ、硝酸アンモンは多量の窒素及水素を含有するが故に爆温低く、沼氣の如き爆發瓦斯又は炭粉に點火することがない故に安全爆薬と稱せられる、我國の梅印は此種に屬する。

4 ii. ニトロ化合物とは主に芳香體に屬する炭化水素を硝酸にて處理して得たるものである、ピクリン酸、トリニトロオイル等は此種に屬する、ピクリン酸 $C_6H_2(NO_2)_3OK$ は炸薬として用ゐられる。

5. 爾餘の化合物とは雷汞及窒化鉛等起爆薬を言ふ。

C. 隧道用の爆薬 隧道工に用ゆる火薬は次の要件を具備するものに限られてゐる。

(a) 濕氣吸収性 (Hygroscopic Property) に乏しきこと

隧道内は温度高く且湧水に富むものなれば、濕氣を厭ふが如き爆薬は適應せぬ、黑色火薬は濕氣を吸収する性を有し而して濕氣を含むとき點火を許さない故、普通の隧道工には用ゐられぬ。

(b) 爆生瓦斯中有毒瓦斯の少量なること

過鹽素酸爆薬は其爆生瓦斯中に鹽化水素 (HCl) を含んでゐる、同瓦斯は刺激性を有し且白煙を多量に放出する缺點を有してゐる、尤も穿孔の搦固 (Tamping) に石灰を用ゆれば鹽化水素は發生せざれども作業に煩累を來たすから隧道工には用ゐられぬ。

安全爆薬は之を使用する必要なきと爆力弱きに依り隧道工には使用されない、蓆酸アンモンを含む Samsonite は爆生瓦斯中に比較的少量の酸化炭素を含むが故に隧道工にては寧ろ避くべきである。

(c) 装填及填塞等取扱の簡單なること
 装填其他の作業は照明に乏しき坑内に於て行はるゝことあれば其簡易なるものが貴ばれる。

液體空氣は昭和三年五月清水隧道の南口に於て試用せられたが其結果に徴するに、下記に列擧する諸點に於てダイナマイトに一籌を輸するのである。

(1) 作業の複雑 諸器具の現場までの運搬薬包の浸漬及装填等の作業が複雑である。

(2) 時間の制限 薬包の浸漬より爆破までに要する時間の制限が比較的短い、徑 40 mm 長 300 mm の薬包にありては、6~10 分を適度とするも装填、填塞、點火、従業者の逃避まで此短時間に行ふことは稍々困難である。

(3) 水氣ある鑽孔に装填の困難 鑽孔内に水氣ある場合には薬包が孔壁に凍付き之を孔底に達せしめ難い、又此場合に熟練を以て薬包を孔底に達せしめたりとするも、水温のために酸素の揮發猛烈となりて爆力を減殺する。

かく論じ來りて上記隧道用爆破薬の要件に合致せざるものを除外するときは、結局剩すところはダイナマイトのみとなる。

硅藻土ダイナマイトは乾燥せる鑽孔にして岩質の疎鬆脆弱なる個所には適當なれば、歐洲に於ては用ゐられてゐるが我國にては現今は使用せられない。

隧道工に普遍的に使用せられてゐるのは膠質ダイナマイトである、此種類中爆力の最も強きは既記の通りプラスチック、ゼラチンにして我國の松印は

ニトロングリセリン 92.5
 硝石 7.5
 棉火薬

より組成せられてゐる、此種は爆力の餘りに猛烈なるため其威力の一局部に限られ比較的遠方に及ばざるのみならず、且それ程の爆力を必要とせざる場合多ければ真抜き用 (Out) として僅かに使用せらるゝに過ぎぬ、而して松印よりは廉價なるゼラチン・ダイナマイト及ゼリグナイトの方が多量に用ゐられる、我國の

竹印及櫻印の組成は次の通りである。

	Gelatine Dynamite (竹印)	Gelignite (櫻印)
ニトロングリセリン	70 %	60 %
棉火薬	5.5	4.0
硝石	19.5	29.0
木粉	5.0	7.0

山櫻印及知多菊印は櫻印同様ゼリグナイトである、此種類のものが最も廣汎に且多量に使用せられてゐる。

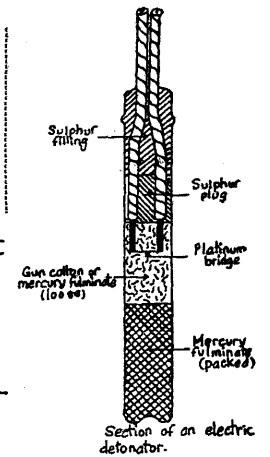
D. 起爆用雷管 ダイナマイト起爆用として雷管 (Detonator) 及導火索 (Fuse) が用ゐられる雷管は底のある銅管で、其中に起爆薬が填充せられてゐる、起爆薬として雷汞 (Fulminate of Mercury Hg (CNO)₂) が用ゐられる雷管は之を撃つか又は徐々に 150° C 或は急に 200° C に熱するか或は電閃 (Spark) を通じると強烈に爆發をなすものである、普通雷管の寸法は

雷管 No	1	2	3	4	5	6	7	8
雷汞 瓦	0.30	0.40	0.54	0.65	0.80	1.00	1.50	2.00
管長 耗	16.	22.	26.	30.	35.	35.	40.	58.
管徑 耗	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0	6.0	6.0	6.0

にて No. 6 及 No. 8 がダイナマイト起爆用として用ゐられてゐる。

電氣雷管は電線を雷管内に挿入したるものにして、電線の兩極を直徑 0.03~0.05 耗の白金線にて連結するもの (第 18 圖) を低壓電氣雷管 (Low tension or Incandescent detonator) と稱し、兩極を少しく隔離せる

ものを高壓電氣雷管と呼ぶ、電氣の高度は低壓のもの約 2 ボルトにして高壓は 200 ボルト程度である。



第 18 圖

E. 導火線 隧道工には普通電氣雷管を使用せずして、雷管と導火線とを用ゐてダイナマイトを爆破せしめる、導火線は黑色火薬の細粒を麻糸にて二重に巻き其上にタール油又は白ペイントを塗りにて防水したるものである、白色の方が火薬燃焼のとき煙が薄く且悪瓦斯の發生少きが故に隧道工には適當である、猶隧道工に使用するには緩焼導火線と稱し、燃焼速力の遅緩なるものが貴ばれる、一尺燃えるに 30 秒以上のものが良い。