

## 第 7 章 爆 破

### 第 1 節 爆 薬 の 種 類

一般に爆薬は點火又は衝撃によつて其の成分が分解化合を起し、瞬間的に多量の瓦斯を發生して甚だしき壓力と熱を生じ、物を破碎する働きをなすものである。

爆薬類には非常に多くの種類があるが、隧道工事に用ひられるものは破碎力強く、取扱が容易で且つ爆發によつて生ずる瓦斯の中に一酸化炭素の如き有毒なもの、又は鹽素の如き刺戟性のものを含まないと云ふ様な條件の爲め次の數種に限られるのである。

#### 1 黒 色 火 薬

黒色火薬は硝石 66~75% 硫黄 14~17% 木炭 15~17%の混合物で、普通直徑 3 m.m.乃至 6 m.m.の粒状をなして居る。これは雷管の必要なく、導火線で點火するだけで爆發するのである。以前は隧道工事も用ひられた事があるが、現今では明りの土工又は採石場等にのみ用ひられて坑内では使用されない。

#### 2 膠質ダイナマイト

##### (a) ゼラチン・ダイナマイト

吾々が隧道工事に用ふる爆薬の大部分は此の種に屬するもので、主成分はニトログリセリンである。普通ニトログリセリンの量は 70%乃至 40%で、これに棉火薬、硝石、木粉を配合する。ニトログリセリンの量が 57%乃至 63%のものを特にゼリグナイトと云つて、櫻印ダイナマイトと云はれるものはこれである。

我が國の陸軍火工廠で製造して居る櫻印ダイナマイトは甲乙の二種があつて、甲は 63%乙は 50%のニトログリセリンを含んで居る。爆力の強さはニトログリセリンの量の多少によつて變化するので、甲は乙より遙かに強く、従つて堅い岩石に適するのである。

日本火薬製造會社では山櫻印と稱する三種のゼラチンダイナマイトを造つて居て、一號はニトログリセリン 60%、二號は 50%、三號は 40%である。

陸軍の竹印ダイナマイトはニトログリセリン 70%、日本火薬製造會社の山菊は 75%であつて、共に此の種の爆薬中最も強力なものである。

##### (b) プラスチングゼラチン

プラスチングゼラチンはニトログリセリンに 10~7%の棉火薬を混じて捏和したもので、官

製の松印、日本火薬製造会社の山松印はこれに属するのである。このダイナマイトは膠質ダイナマイト中最強度の爆薬で、著しく弾力及び耐水性に富む。

3 不凍ダイナマイト

各種のダイナマイトの主成分をなすニトログリセリンの内10%乃至20%をディニトログリセリンで置換へたものを不凍ダイナマイトと云ふ。例へば官製不凍松印ダイナマイトはニトロ

第36表 爆薬の組成

	製 造 所	ニ グ リ セ リ ン	デ グ リ セ リ ン	棉 火 薬	硝 石	木 粉	硫 黄	木 炭	蓚 ア ン モ ン 酸	礬 砂	炭 酸 石 灰	コ 粉 ダ イ ト
松印ダイナマイト	岩鼻	91.0		5.0	2.0	1.5					0.5	
甲櫻印	〃	53.0		2.5	30.2	9.3						
櫻印	〃	54.0		2.3	35.2	8.5						
乙櫻印	〃	51.7		2.3	37.0	9.0						
不凍櫻印	〃	47.0	7.0	2.3	35.2	8.5						
一號梅印	〃	54.0		2.3	12.2	7.0		24.5				
二號	〃	54.0		2.3	12.2	10.0		3.5	18.0			
黒色鏡山火薬	〃				70.0		14.0	16.0				
山松印ダイナマイト	厚狭	92.5		7.0		0.5						
山櫻印	〃	57.8		2.1	33.0	7.1						
山梅印	〃	55.0		1.5	16.6	5.7		21.2				
山椿印	〃	45.0		1.7	46.6	6.7						
紅梅印	〃	61.1		0.6	10.8	8.0		1.5	18.0			
黒色鏡山火薬	姫路				66.0		17.0	17.0				
一號鏡山棉火薬	宇治			50.0	50.0							
京櫻A號ダイナマイト	玉水											100.0
京櫻B號	〃				30.0							70.0
チタ櫻一號	武豊	60.3		2.3	28.4	9.0						
チタ櫻二號	〃	56.2		2.3	34.5	7.0						
プラスチックゼラチン	英ノール	90.5		9.5								
ゼリグイナト	〃	59.0		3.0	31.0	7.0						
ハンマー印ゼリグナイト	獨	59.0		4.5	30.0	6.5						
人面印	獨DKAG	60.0		4.5	29.0	6.5						
鷲印ダイナマイト	獨KDF	60.0		4.0	30.0	6.0						
山櫻印ダイナマイト	厚狭	54.1		2.4	37.0	6.5						
チタ櫻三號	武豊	52.2		1.6	40.2	6.0						

グリセリン69%、棉火薬10%ディニトログリセリン21%、不凍櫻印はニトログリセリン46%、棉火薬4%、硝石29%、木粉7%、ディニトログリセリン14%である。

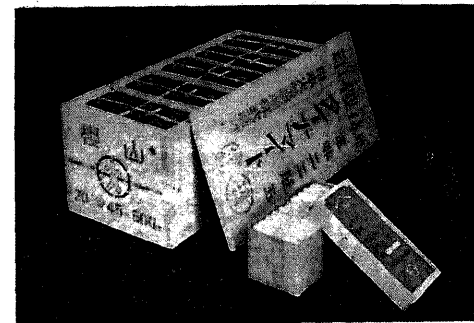
このダイナマイトは強度には變りはないが一般のダイナマイトが攝氏7度で凍るのに對して攝氏零度内外まで凍結しない特性を持つて居る。

元來凍結したダイナマイトは、凍らないものに比して不安定で、且つ凍結して固くなつて居る爲めに、打撃や磨擦によつて爆發し易く甚だ危険である。それで寒い地方では冬期間だけこの種のダイナマイトを用ふる方が安全である。

現今一般に使用される爆薬類の成分を示せば第36表の如くである。

又市場にあるダイナマイトは第83圖に示す如く紙箱に納め更らに丈夫な木製の箱に入れてあつて1箱の薬量は22.5疋(50封度)を普通とする。今その寸法、薬量及び1箱の數量を表示すれば次の如くである。

第83圖



第37表

直 径	長 さ	薬 量	一箱の本数	
吋	耗	耗	瓦	
3/4	20	90	45	500
1	25	90	75	300
1 1/4	28	100	112.5	200
1 1/2	32	60	75	300
1 3/4	32	90	112.5	200
2	32	195	250	90

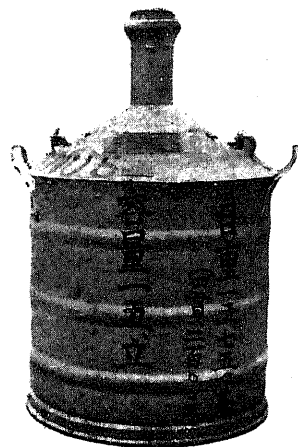
4 液體酸素爆薬

世界大戰當時、獨逸は硝石の輸入が困難であつたので、液體酸素爆薬の研究が盛んになつて隧道工事の實用に供する様になり、其の後米、佛、伊等でも相當に用ひられる様になつた。

これは液體酸素を炭素粉を主成分とする薬包に吸はせて雷管の力を借りて爆發させるのであつて、薬包は外觀は大型の懷爐灰の如きものである。

液體酸素は普通現場の附近に工場を設けて製造し、第84圖の如き貯藏容器に貯へて置いて、使用する時は第85圖の浸漬容器に移し、其の中へ薬包を浸すのである。10分乃至15分經過すると薬包中に液體酸素が充分に浸み込むから、それを取り出して直ちに使用に供する。

第 84 圖 貯藏容器



第 85 圖 浸漬容器



之等の貯藏容器，浸漬容器は皆魔法瓶の原理によつて出来て居て，外部からの熱が傳らぬ様にしてある。液體酸素は零下 200 度に近い低温であるから，外氣に會へば極く短時間で氣化して終ふので浸漬後數分以内に爆破を完了しなければ效力を失ふものである。

第 86 圖 作業中の寫眞



液體酸素爆薬は明りの切取りには或る程度適當なものと思はれる。第 86 圖は上越南線水上驛附近の切取工事に使用した實況である。

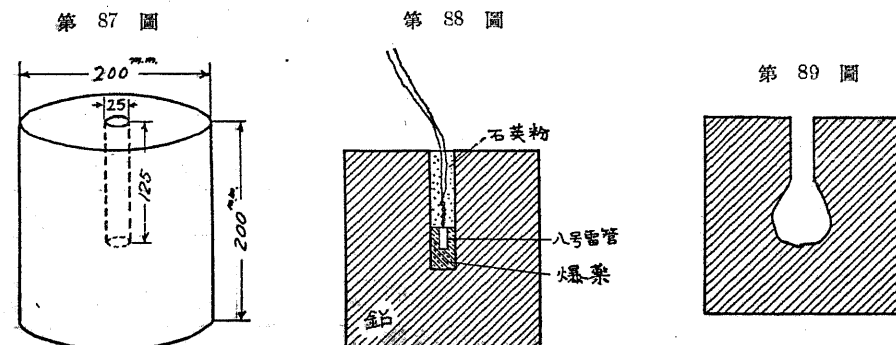
獨逸の液體酸素爆薬會社では種々のダイナマイトに相當する薬包を賣り出して居て，プラスチックゼラチンに相當するものを Db 印ゼリグナイトに相當するものを D 印と云つて居る。

我が國では今迄の處，隧道用としては清水隧道に試用されたのみであつて，其の成績を判断する事が出来ないが，外國で相當の成績を擧げて居る所を見れば，將來研究される機会があるかも知れない。清水隧道に於ては，岩質が特に堅かつた事と多量の湧水があつたので計算では經濟的であつたが，實際は思ふ様な成績を擧げ得なかつた。然しこの液體酸

## 第 2 節 ダイナマイトの性質

### 1 爆 力

爆薬の爆力を簡単に比較するには，主として鉛壘擴大試験法と稱する方法が用ひられる。この方法では第 87 圖に示す様に，直徑 200mm. 高さ 200mm. の鉛製の圓壘の中心に，直徑 25mm.



深さ 125mm. の装填孔のあるものを鑄造して，其の孔の中に試験せんとする爆薬を 10 互に 8 號雷管を附して装填する。填塞物として，乾燥した石英砂を装填孔の口元迄満してから爆發せしめる。爆發後孔内を掃除して，水を以て爆發孔の容積を測定して，これから元の孔の容積 61 珎を控除したものを以て擴大値とし，これによつて爆力の大小を表はすのである。第 88 圖は装薬を施した鉛圓壘で，第 89 圖は爆發後の形状である。

又現場で最も簡単に爆力の比較試験をなす場合に，砂上試験又は鐵板試験をなす事がある。これは砂又は鐵板の上で，一定量の爆薬を爆發させて生ずる凹みの大小によつて爆力を比較するのである。

之等の試験をなす場合と實際の爆破とは條件が甚だ異なるので，この試験成績のみで，爆薬の實用價值を定める事は出来ないが，この試験の結果は参考として實地作業の結果と合せて考慮する必要がある。

### 2 殉爆度

一つの爆薬の爆發によつて，其の附近にある他の爆薬が共に爆發する性質を殉爆性と云つて其の性質の鈍感なものは不發，半爆又は燃燒を起す原因となるものである。爆薬が古くなるとこの殉爆度も減少するので，現場で時々試験をする必要がある。

薬包 2 本を乾燥した砂上に直列に置いて，第 1 の薬包に 6 號雷管を装入して爆發せしめ，こ

れによつて第2の薬包が殉爆する薬包間の最大距離を求め、これを薬包の直径で除した数で殉爆度を表はすのである。

第38表は官製各種ダイナマイトの爆力と殉爆度を挙げたものである。

第38表 各種ダイナマイト爆力表

名 稱	使用上の参考 特 性	所要 雷管	試 験 成 績			
			爆 力 弾道振子	鉛圓筒	殉 爆 度 使用雷管	直 径 の 数 倍 数
松印ダイナマイト	威力最強 硬岩及水中爆破	8 號	109.6 <sup>耗</sup>	572	8 號	8.0
甲櫻印ダイナマイト	威力強大「心抜き」用	6 號	86.4	361	6 號	7.5
乙櫻印ダイナマイト	威力舊櫻印より稍劣る「拂ひ」用	〃	81.9	322	〃	7.2
丙櫻印ダイナマイト	威力櫻印中最も弱くして至硬ならざる礫石の採取に適す	〃	60.6	247	〃	6.5
特櫻印ダイナマイト	威力舊櫻印に等しくして甲、乙櫻印の中間にあり	〃	81.7	352	〃	7.6
新 甲 櫻 印 ダイナマイト	威力は甲櫻印に等しく價格低廉なるを特徴とす	〃	84.2	377	〃	6.0
新 乙 櫻 印 ダイナマイト	威力は乙櫻印に等しく價格低廉なるを特徴とす	〃	80.2	334	〃	6.8
新 不 凍 櫻 印 ダイナマイト	攝氏零下8度迄凍結の虞なく威力は甲櫻印より少しく劣る	〃	84.4	368	〃	10.0
一 號 梅 印 ダイナマイト	微粘性にして普通ダイナマイトに比し炭坑用として安全なり威力櫻印に等し	〃	75.7	287	〃	9.6
二 號 梅 印 ダイナマイト	同 價格低廉なるを特徴とす	〃	76.1	285	〃	8.4
桃 印 硝 安 ダイナマイト	安全度頗る良く威力は梅印に次ぐ	〃	75.0	230	〃	10.0
難 凍 桃 印 硝 安 ダイナマイト	同攝氏零下十度迄凍結する虞なく其の他は桃印硝安に同じ	〃	74.9	215	〃	10.0
菊 印 硝 安 ダイナマイト	威力強大價格低廉なるを特徴とす	〃	86.5	479	〃	5.0
摘 要			試料 113瓦 距離 30 <sup>耗</sup>	試料10瓦 八號雷管		直径25 <sup>耗</sup> の薬包二本を乾砂上に置き六號雷管を以て完爆

備考 試験法の數値は、炭鐵爆藥研究會の定めたるものによる。

### 3 爆 發 速 度

普通爆速と云つて爆發が爆藥内を進行する速度である。これが速い程破砕力が大で、爆速が小となるに従つて破砕力も減小する。

ダイナマイトは古くなると爆速も著しく低下し、従つて爆破の効果も減少するのである。又爆速は薬包の径が大きいもの程速いので、直径32mm. 即ち1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>位で略最高の値に達する。

通常爆速は

プラスチックゼラチン 7500 米/秒  
ゼリグナイト 5800~6500 米/秒  
ニトログリセリン 40%のもの 4500 米/秒

である。

## 第3節 雷管及び導火線

### 1 雷 管

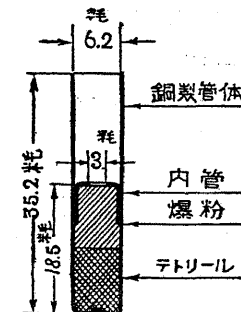
ダイナマイトに點火すると、音を發して燃焼するが爆發しない。それで爆發を起させるには是非雷管の力をかりなければならぬ。雷管の起爆力は爆破の効果に非常に關係するから、なる可く強力なものをを用ふる方がよい。

雷管には工業用雷管と後に述べる電氣雷管の2種があつて、前者は導火線を用ひて點火し、後者は電流によつて起爆する。工業用雷管は第91圖に示す如く銅製の管體の内に長さの約半分まで起爆剤を入れ、同じく銅製の内管で蓋をしたものであつて、上部の空間は導火線を挿入する處である。市場には種々の大きさの雷管があり、各大きさによつて8號、6號、8號等の番號がついて居て數字が大きくなるに従つて雷管も大きくなる。然し隧道工事に用ひられるものは6號及び8號の2種に限られて居て松印の如き強力な爆藥には8號、櫻印及それ以下では6

第90圖 城印工業用雷管



第91圖



櫻印6號雷管

號雷管が用ひられる。又同じ櫻印ダイナマイトでも徑32mm.の様な所謂大ダイを用ひる場合には8號を使用する。雷管に用ふる起爆剤は次の三種が最も普通である。

(a) 雷汞と鹽素酸

加里を用ふるもの。

往時國産の雷管は皆この種に屬するものであつたが、現今は(b)に屬するものが多かつた。

(b) 雷汞とテトリールを用ふるもの。

日本製及英國ノーベル會社製の雷管は之に屬する。

(c) 窒化鉛、三硝基レゾルシン鉛及テトリールを用ふるもの。  
獨造製人面印雷管は之れに屬する。

これ等の雷管は百發宛紙製の箱に納められ、其の百箱を第90圖に示す様な長32櫃、巾29櫃、高20櫃の丈夫な木箱に入れて荷造りされて居る。

第39表は6號と8號の寸法と裝藥量を示したもので、8號は6號の約2倍の裝藥量を有し従つて起爆力も約2倍に相當する。

第39表

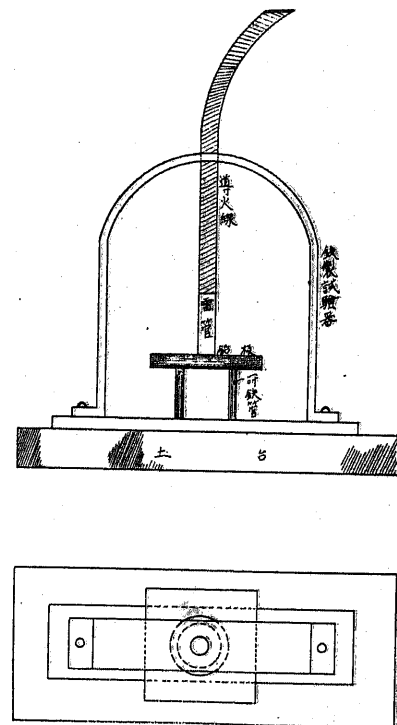
	内 徑(耗)	外 徑(耗)	全 長(耗)	裝 藥 高(耗)	裝 藥 量(瓦)
櫻 印 六 號	6.2	6.5	35	18.5	0.85
櫻 印 八 號	6.2	6.5	52	32.0	1.50

數種の雷管の優劣強弱を比較する爲めに種々な方法があるが、完全な試験をするにはエソツプ式試験法と稱する方法による外はないのである。この方法はオリヅ油でピクリン酸を漸次稀釋して、これ以上稀釋すれば雷管が此混合薬を完全に爆發させ得ないと云ふ處を見出すのである。そして最高率のオリヅ油を含む此混合薬を、一種類の雷管で引續き5回完全に爆發せしめて其の結果を見る。

例へば一種の雷管があつて2.8%のオリヅ油を含むピクリン酸の薬包5個を完全に爆發させるけれど、少しくオリヅ油を増して3%とすれば1回又はそれ以上爆發しない場合を生ずるとすれば、其の雷管のエソツプ式試験成績は2.8%と云ふのである。

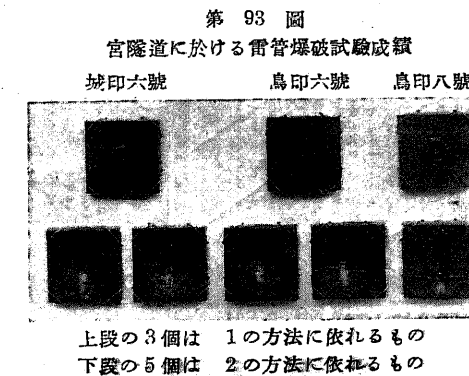
この方法は雷管が爆發性の薬包を發火せしめる力を測定するもので、試験法としては完全に近いが、實際現場で簡單に行ふ事は出来ない。

第92圖 雷管の鉛板試験



それで現場では不完全ではあるが、鉛板試験法、鐵釘試験法等を用ふるのである。  
高山線宮隧道其の他で用ひて居る方法を次に述べる。

1. 第92圖に示す様に、木又は軌條の土臺の上に取りつけられた鐵製試験器を作つて、其の中央部に1吋鐵管を輪切りにした臺を置く。其の上に縦横各5櫃、厚さ0.8櫃の鉛板を置いて試験せんとする雷管に導火線をつけて上部から吊し、雷管の底部をこの鉛板の表面に密着させる。準備が整つたら導火線に點火して雷管を爆發させ、其の結果鉛板上に印された凹みと管體の破片によつてつけられた放射狀の跡を驗するのである。薬の配合や管體の抵抗が一樣でない雷管ではこの放射狀線が總ての方向に平等につかないのである。第93圖上段は宮隧道で行つた試験の一例で次の様な結果である。



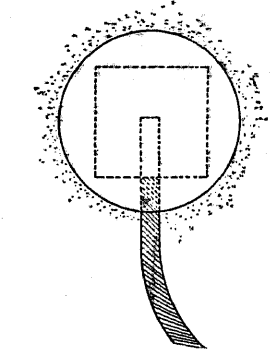
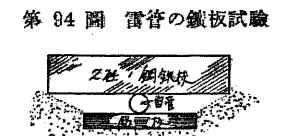
第93圖上段は宮隧道で行つた試験の一例で次の様な結果である。

雷管	製造者	凹みの深さ(櫃)	直徑(櫃)
鳥印6號	東京瓦斯電氣株式会社	0.7	1.3
鳥印8號	同上	0.8	1.3
城印6號	日本雷管製造會社	0.9	1.4

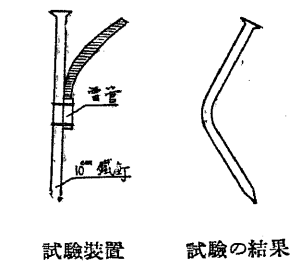
2. 第94圖に示す様に砂の上に前と同様の鉛板を置いて其の上に雷管を横へ、管體の端と鉛板の端とを一致させ、其の上に2疋の圓形の鐵板をのせる。そこで導火線に點火して雷管を爆發させると第93圖下段の様に鉛板を曲げるのである。この凹みの深さ及び大きさで力の強弱を判斷するのである。

雷管	凹みの深さ(櫃)	結果
鳥印6號	0.5櫃	鉛板稍々曲る
	0.6	〃
鳥印8號	0.7	鉛板の曲り甚し
城印6號	0.6	鉛板稍々曲る
	0.7	〃

3. 第95圖に示す様に試験せんとする雷管を、15櫃位の鐵釘に結びつけて爆發させ、鐵釘の曲つた角度の大小によつて雷管の強弱を知る方法を鐵釘試験と云つて最も簡單な方法である。



第96圖 雷管の鐵釘試験

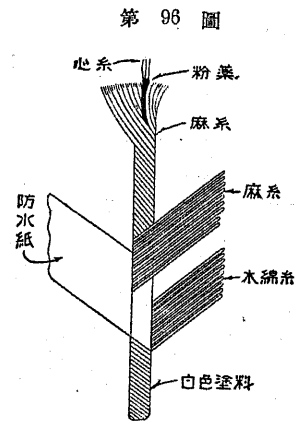


試験装置 試験の結果

### 2 導火線

隧道工事の發破に用ふる導火線は緩燃導火線と稱するもので、第 96 圖に示す様に黑色火薬を心薬として之を糸及紙で巻いたものである。單位長さに対する燃焼時間は一定に造られて居て、普通は 1 米 120~140 秒である。使用する導火線の長さは點火に要する時間と點火した人が安全な所まで後退するに必要な時間との和から算出されるので、燃焼速度に遅速があれば非常に危険である。それで所定速度との公差は 1 米に付て、遅速各 5 秒と定めて居るのが普通である。

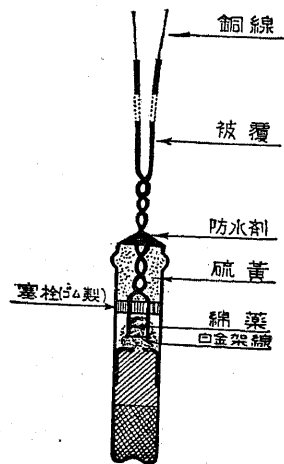
導火線は其の使用目的によつて種々の製品がある。例へば水中用、坑内用、坑外用等使用個所によつて適當な製品を擇ぶ必要がある。日本導火線會社の製品では汽車印及特 A 印は坑内用耐水性のもので、虎印及特 B 印は坑外用耐水性のものである。又竹印及特 C 印は坑外陸上用のものである。此等の導火線は普通長さ約 50 幅約 50 幅高さ約 34 幅の木箱に入れて荷造りされ、内容は 1 箱 1000 米である。そして箱の表面には 1 米に對する燃焼時間を明記してある。(第 97 圖)



第 97 圖 緩燃導火線



第 98 圖 六號電氣雷管 (第 97 圖)



### 3 電氣雷管

導火線に點火して雷管を爆發させる代りに電流を通じて發熱させ、雷管内の起爆劑を爆發させる装置が電氣雷管である。

第 98 圖は電氣雷管の構造を示す一例であつて、他の製品も大體類似の構造を有して居る。圖に於て棉火薬は白金線及び雷汞約 80% 鹽素酸加里約 20% よりなる起爆劑に接して居て、電流によつて白金線が熱せられると棉火薬に點火され、續いて起爆劑を爆發させるのである。

電氣雷管も普通の雷管の如く其の大きさによつて 6 號 8 號等の種

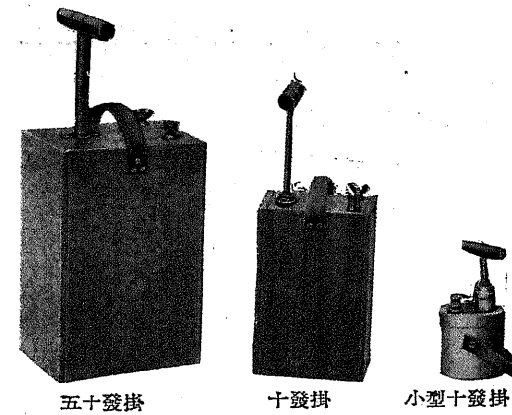
類がある外、脚線の長さによつて 3 尺、4 尺、5 尺、6 尺等の別がある。

發火用の電源としては種々のものが用ひられて居る。少數の場合には發破用乾電池を用ふるが、隧道工事では一時に相當多數の孔を爆發させるので、普通この乾電池は用ひられない。

第 99 圖 電氣雷管



第 100 圖 發火器



電氣發破に用ふる爲めに特に作られた發火器があつて、10 發掛、25 發掛、50 發掛等が市場にある。これは第 100 圖に示す様な手働の發電機で、ハンドルを急に押し下げる事によつて瞬間的に相當強さの電流が流れる様になつて居る。普通 3 發乃至 6 發に對しては 10 發掛、6 發以上の發破に對しては 25 發掛を用ふ。

又隧道坑内の電燈線又は坑内動力線より直接電流を取る事もある。此の際用ふる電壓は 100 ヴォルト乃至 500 ヴォルトであるから回線の抵抗を計算して雷管を發火せしめるに必要なだけの電壓を定めなければならない。普通用ひられるブリツヂ灼熱點火式の雷管では、雷管自身の抵抗 0.6~1.6 オーム、點火に要する電流の強さ 0.5~1.0 アンペアーである。

多數の雷管を同時に結ぶ時、並行に結ぶ方法、直列に結ぶ方法及び並行直列に結ぶ方法の三つがある。直列に結ぶ時は、一個不良な

雷管があると全體が不發に終るので、爆薬を損失する機會は少いのであるが、作業は煩雜で特に坑内の暗い場所では誤りが起り易い。又之等の方法に依つて各電氣抵抗が異なるから、使用する電壓の事も考へに入れて結線法を定むべきである。適用すべき電流はオームの法則によつて計算したものに充分の餘裕を見積つて定める方が安全である。

#### 計算例

##### 1. 50個の爆破孔を並行に結ぶ場合

電氣雷管の脚線の長さ 16 呎のものを用ひ、爆破個所から 200 呎の間は B. S. 20 番線を用ひ、それから坑口の方へ 1000 呎の所まで B. S. 8 番線の回路を設けてこゝに爆破用スイッチを置くものと

する。一個の雷管に 1/2 amp. を要するものとすれば

所要電流は 1/2 × 50 = 25 amp. 脚線 10 呎の雷管の抵抗を 1.25 オームとし脚線 1 呎増す毎に 0.07

オームを増すものとすれば脚線 16 呎の雷管の有する抵抗は 1.25 + (6 × 0.07) = 1.67 ohms

故に並行に結んだ回路の抵抗は 1.67 ÷ 50 = 0.033 ohms

スキッチから雷管までの抵抗は

B. S. 8 番線 2000 呎の抵抗 1.254 ohms, B. S. 20 番線 400 呎の抵抗 4.056 ohms  
計 5.310

故に全抵抗は 5.4 オーム とする。

所要の電圧は 25 amp × 5.4 ohms = 135 volts.

此の場合には 200 volts 以上の電圧を用ふればよい。

2. 50 個の爆破孔を直列に結ぶ場合、前例と同一の条件を用ふると

16 呎脚線付き雷管 50 個の抵抗 1.67 × 50 = 83.50 ohms

スキッチより雷管までの抵抗 5.31

計 88.81

此の種の結線に對しては 1 1/2 amp. 以上の電流が流れる様にするのが安全である。それ故所要の電圧は

1 1/2 amp. × 88.8 ohms = 133 Volts

3. 50 個の爆破孔を 10 個づゝ直列に結んでこの 5 群を並列に結んだ場合。

16 呎脚線付き雷管 10 個の抵抗 16.70 ohms. 従つて並行直列に聯ねた回線の抵抗は

16.70 ÷ 5 = 3.34 ohms, スキッチより雷管までの抵抗 5.31 ohms

合計 8.65

必要な電流は 2 × 5 = 10 amp.

故に所要電圧は 8.65 × 10 = 86.5 volts

此の場合には 100 volts 以上の電圧があれば目的を達する事が出来る。

爆薬の装填が終つて電気雷管の結線が完了したら、此の電気回路が完全に閉じて居るか否かを

試験する爲めに第 101 圖に示す導通試験器がある。こ

れには二つの種類があつて、西松式導通試験器は單に回

線が閉じて居るか否かを驗するもの、ハーキルス電流計

は直ちに回路の抵抗を読む事が出来るものである。後者

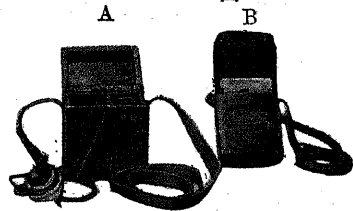
によれば中途で回路が短絡して居る場合にも容易に之れ

を發見する事が出来るのである。

この器械では極く弱い電流を通するのであつて、危険

は無い筈であるが、安全の爲め試験は相當の距離をへだてて行ふ方がよいのである。

第 101 圖

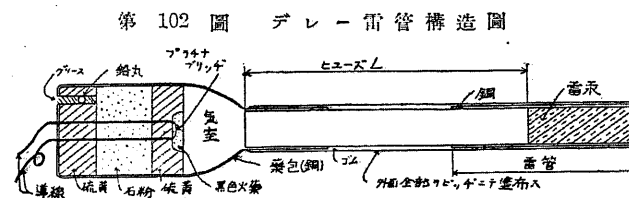


A 西松式導通試験器  
B ハーキルス電流計

### 4 デレー雷管又は電気導火線

多數の孔を或る順序に順次に爆發させる必要がある場合、普通の導火線では長さによつて加減し、一回の點火によつて目的を達する事が出来るが、電気雷管では最初に爆發させる爆薬のみの結線を終つて第一回の爆發をなし、煙の消えるを待つて再び坑奥に入り、次の結線をして第二回目の爆發をしなければならぬ。

これは時間を甚しく空費して其の煩に耐えない。それでデレー雷管又は電気導火線と稱する電気雷管と導火線とを組み合わせた特別の雷管が作られて居る。其の構造は第 102 圖に示す如く



電流によつて白金線を熱し、黑色火薬が爆發して導火線に點火し、之と同時に鉛丸は吹き出されて氣孔を作り、導火線の燃焼を助けるのである。

導火線の長さ L を加減すれば送電後ある任意の時間の後に爆發を起す装置を造る事が出来る。

デレー雷管は 1 番より 10 番まであつて次の様な長さを有して居る。

No. 1	4"	No. 6	5 3/4"
No. 2	4 1/4"	No. 7	6 1/4"
No. 3	4 3/8"	No. 8	6 3/8"
No. 4	5"	No. 9	7 3/8"
No. 5	5 1/4"	No. 10	7 3/4"

隧道工事では普通この奇數番又は偶數番のみを用ふる。即ち No. 1. No. 3. No. 5. No. 7 No. 9 の 1 組か又は No. 2 No. 4 No. 6 No. 8 No. 10 の 1 組である。

使用の方法は前に述べた電気雷管と全く同様である。第 1 に爆發させる爆薬には普通の電気雷管をつけ、第 2 に爆發させるものにデレー雷管 No. 1 をつけて以下爆發の順序に従つて No. 3 No. 5 等をつけて結線して送電すると、普通の電気雷管をつけた孔は送電の瞬間に爆發し、少し遅れて No. 1 又少し遅れて No. 3 と云ふ風に順次に爆發する。

デレー雷管は導火線を用ふる雷管に比して次の様な利益がある。

- (1) 直接火を用ひて導火線に點火する代りに、一定の場所まで後退してから送電して點火するのであるから、點火後逃げ去る際の危険がない。
- (2) 湧水個所でも點火に困難する事なく、不發の憂がない。湧水の多い場合導火線は點火に相當困難なものである。
- (3) 豫定した順序で、ある群の孔だけ同時爆發をするので發破の効果を増大する。



(4) 導火線の燃焼によつて生ずる煙がないので坑内の空気を汚さない。

之等の利點があるに係らず、今迄で隧道工事に一般的に用ひられないのは、發破の費用が2割方高くなる事と、其の取扱及操作に熟練を要し、發破後の後片付けに手数を要する點等が主な原因である。

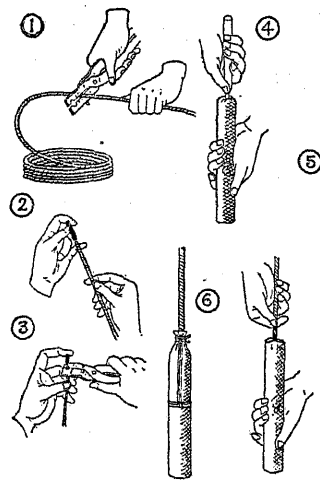
### 第4節 爆薬の準備作業

發破の準備として爆薬、雷管及び導火線の取付け作業が必要である。これは坑外に設けられた準備室で火薬係員の手で1回の發破に用ふる分をまとめて行ふ方がよい。

第103圖はその順序を示したもので、先づ導火線を取り出して所定の長さに正確に切斷する。<sup>(4)</sup> この長さはその最短のものでも作業者が全部退くのに充分な時間の餘裕ある様に定め、他は爆發の順序によつて長短をつけるのである。導火線の切口は濕氣を吸収し易いから、最初の4乃至5纏は切り捨てる方がよい。導火線を切るには鋭利な刃物で軸に直角に切らなければならない。

適當に切斷された導火線の一端を雷管の藥面に達する迄差込んで<sup>(5)</sup>、第104圖に示す口締器と稱するペンチ様の道具で銅管の口をつぶして導火線を固定する<sup>(6)</sup>、湧水の多い個所に用ふる時は單に口締器で締めただけでは不充分であるから髮付油の様な防水劑を口元に塗つて水の浸入しない様にする必要がある。

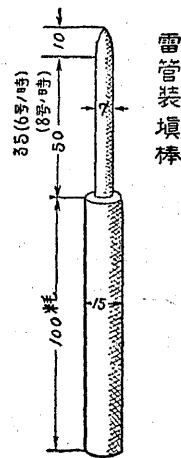
第103圖



第104圖



第105圖



次にダイナマイトを取り出して包裝紙の一端を開いて、第105圖に示す木製の雷管裝填棒で爆薬の中心に眞直に孔を穿ち<sup>(7)</sup>、雷管の一端を持つて其の全長を爆薬の中へ押し込んで<sup>(8)</sup>、前に開いた包裝紙で口を包み、其の上から糸で結ぶのである。<sup>(9)</sup>

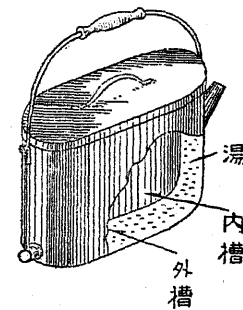
かくして出来た雷管付きのダイナマイトを親ダイといつて、一つの孔に數本のダイナマイトを入れる時、最後に1本の親ダイを入れて之れの爆發によつて他のダイナマイトを殉爆せしめるのである。

電氣雷管を用ふる場合は導火線をつける作業は必要なくなつて、單に雷管と爆薬とを結合すればよく、其の作業は前に述べたものと全く同様である。

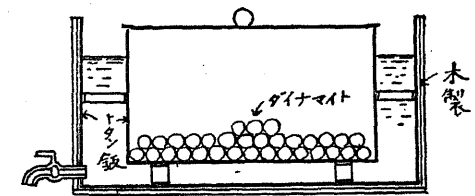
冬期の作業でもしダイナマイトが凍結して居る場合にはこれを融解しなければならない。凍結したダイナマイトは直接日光や火氣によつて融解せしめる事は危険である。又蒸氣管等に接近して置く事も嚴禁しなければならない。

少量のダイナマイトを融解するには二重に作られた箱の内箱にダイナマイトを入れ、外箱に40°C位の温湯を入れて湯が冷えたら取りかへるのである。この式で第106圖の様に運搬に都合よい様に出て居るものもある。

第106圖 ダイナマイト融解器



第107圖 ダイナマイト融解器



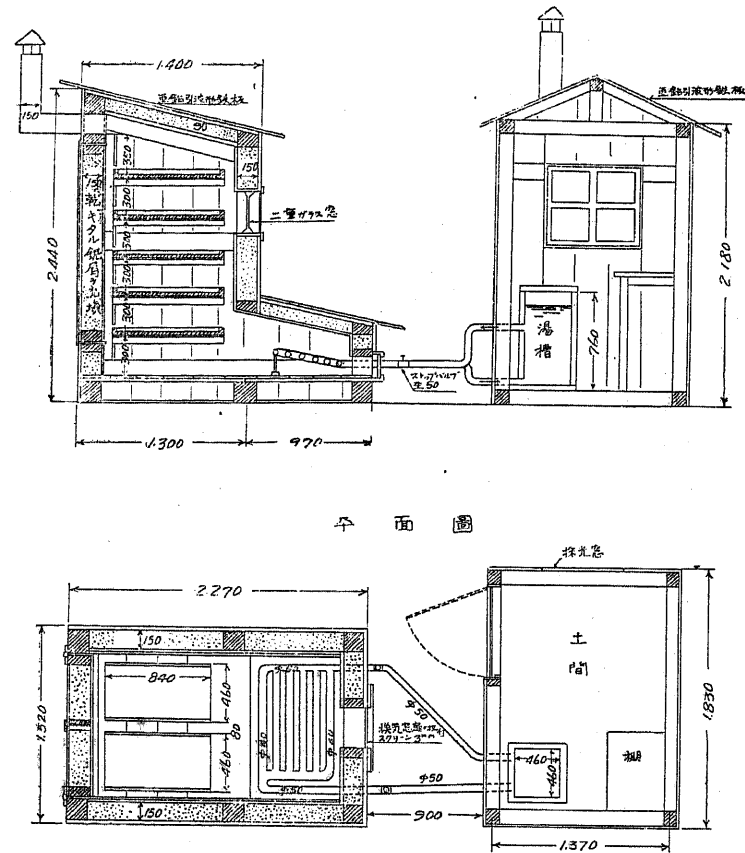
2 疋乃至3 疋のダイナマイトはこの方法で融解する事が出来るが、それ以上の量になると第107圖の様に保温装置をした木箱の中央にダイナマイトを入れた箱を置き、周圍に温湯

を入れて温める方法が用ひられる。又極く大量のダイナマイトを融解するには、温水暖房装置を施した室を作つてその中に適當の時間ダイナマイトを入れて置く。此の場合室外から見易い位置に寒暖計を設備し、常に室内の温度に注意する必要がある。

第108圖は山田線第一飛鳥隧道で用ひたダイナマイト融解装置で融解室(1.04坪) 附屬湯沸小屋(0.75坪) 及び防寒雪覆上屋(7.00坪) とから出来て居る。融解室は床を除いて天井及び羽目は内外二重に板を打ちつけ、目板を打つてその間隙には充分乾燥した鋸屑を詰め込み保温の目的を達した。ダイナマイト置棚は温い空氣が充分循環する様細棧棚を取りつけた。



第 108 圖 ダイナマイト融解室



湯沸小屋の水槽に水を満し、電熱器によつてこれを50°C位に温めてから、ザル布を開いて、室内のラヂエーターへ送る。湯槽内の温度は次第に上昇して行くが最高を90°C位に保つ事とした。

融解室は毎日午前中に1回開けて、融解したダイナマイトを取り出し、更らに翌日分のダイナマイトを入れて扉に鎖錠し翌日まで放置する。然し必要によつては1日2回開扉して、凍結したダイナマイトを入れ換えれば1日200疋位のダイナマイトを融解する事が出来る。第40表はこの隧道の融解成績である。

第 40 表

年 月	種 別	使用日数	サクラ印ダイナマイト			融解合計買数	備 考
			徑 1 1/4" × 250g	徑 1 1/8" × 113g	徑 3/4" × 45g		
15	1	12	5,532 本	3,527 本	500 本	284,029 買	使用電量平均 6. K.W.H.
	2	26	8,820 "	4,600 "		726,294	
	3	20	3,240 "	9,800 "		510,108	使用時間平均 1 日
	4	19	4,500 "	12,200 "	60 "	667,230	20 時間

尚ほ爆薬の取扱、貯蔵、運搬等に関しては法規によつて種々規定されて居るのであるが工事場にあつて一般従事員に知らしめる爲め鐵道省直轄工事では次の様な火薬類取扱規則を定めて實施して居る。

火 薬 類 取 扱 規 則

- 1 火薬類は危険なるものなるが故に之を取扱ふものは充分の注意をなし尙紛失盗難等の事無き様期すべし。
- 2 火薬庫又は假貯蔵所内の火薬類に対しては火薬係責任を有し蔵出せる時に於て工事係火薬係共同責任を生ず。
- 3 火工作業は火薬庫は勿論貯蔵所と雖も庫内に於てなすを許さず。雷管爆薬共に一時に多量を置き作業せず、少量宛順次に作業すべし。
- 4 火工作業は當日使用豫定量を作業するに止め餘分の量に對して之をなすべからず。
- 5 火工作業を終れる爆薬は之れをなさざる爆薬類と同一箇所に格納するを許さず。
- 6 火工作業を終れる爆薬は規定せられたる箱に收め鎖錠なし錠は工事係員之を保管すべし。
- 7 火薬類運搬箱は作業箇所に之を運び使用に際して工事係員自から所持せる錠にて之を開き使用を終れる後には使用残品を之に入れ再び鎖錠し火薬係に戻入すべし。
- 8 火薬類を使用する工事係員は自己の擔當区域内に使用豫定の火薬數目を箇所別に請求券に記入し監督者の承諾印を得て火薬係より之を受取り使用後は残數量を戻入券に記入の上火薬係に戻入すべし。使用せる數量は作業報告に於て箇所別に記入監督者に報告すべし。
- 9 火薬係は残品と戻入券を對照し數量に相違なきを確かめ受入るべし。
- 10 火薬係主任は請求券使用報告戻入券を對照し數量に相違なきを確かめ整理すべし。
- 11 坑内及火薬置場設置の上は火工作業を終れる火薬はこれを坑内火薬置場に運び請求戻入等の受授は坑内火薬庫に於て行ふものとす。