

《実用講座》

爆 破 3

若 園 吉 一*
佐 藤 忠 五 郎**

2. 火薬類の取扱い法

2.1 は し が き

本章においては土木工事の爆破実施に際して、現場技術者が爆薬を取り扱うために常識的に知っておかねばならない基本的取扱い方法を、現在施行されている火薬類取締法規のうち、とくに現場技術者に必要と思われる取扱い上の各種事項を考慮して、できるだけ具体的に記述したものである。

爆薬、火工品類の取扱いは、常時危険をとまなうものなので、使用中の危害予防に万全を期する必要がある。爆破の実施に際しては、あらかじめ実測地形図にもとづいて綿密周到な施工計画を立案し、これに十分な検討を加え、とくに使用しようとする爆薬、電気雷管、点火器、抵抗計、漏洩（ろうえい）電流検知器などはそれぞれの種類によって性能、威力および取扱い法をことにするので、その性能を十分承知したうえで、それぞれの施工目的によく適応するものを選定し、その取扱いと使用方法を誤まらないようにしなければならない。

なお爆破の成否は、作業員の作業の適否に起因することが多く、微細な取扱い上の不注意も不発を生じ、あるいは威力を消失し、また不測の事故を起こすことがあるから、火薬類取扱保安責任者はかならず各種作業に正確な指示を与え、さらにその結果を確認して、細心で完璧な準備作業を行ない、爆破の実施に際しては“どんな状況のもとでも完爆を期す”べきである。爆破作業においては、火薬類取締法規に示されている取扱い上の厳守事項あるいは禁止事項は、危害予防上“絶対に守るべき事項”であって、いずれも適当に処理して済ませることができない点にとくに留意せねばならない。

一般に爆破に際しては点火の方法に、電気雷管を使用する方法、導火線と工業雷管を使用する方法と二通りが用いられるが、導火線発破は湧水箇所を使用したときの

点火の困難さ、また導火線そのものが規定燃焼速度（130±10 sec/m）にくらべて緩燃あるいは速燃する場合があって、危害予防上万全を期しえない。したがって電気的な理由で電気雷管が使用不能であるような特殊な場合を除いては導火線発破は用いないことが望ましい。本章においては、主として電気雷管を使用する方法について述べることにする。

2.2 火薬類取扱所および親ダイ作成所

従来は、取扱所において「火薬または爆薬にあっては250 kg、工業雷管または電気雷管にあっては2500個、導爆線にあっては5 kmまでを停滞量として存置¹⁾」したまま“親ダイ作製”をすることができたが、法規の改正で“親ダイ作製”は取扱所を使用することができなくなった。“親ダイの製作は切羽ないし切羽にもっとも近い場所で足場もよく、また落石、湧水にわずらわされず、さらには作業員の往来などに支障なく安定した場所を選定し、安定した姿勢で慎重に行なうのがよいと考えられる。この際、岩蔭のくぼみ、坑道の途中の小さいくぼみなどを利用すればよい²⁾”。と改正法令解説に示されているが、親ダイの製作は工事の進捗にしたがって寒暑、晴雨、昼夜の別なく四季を通じて常時行なわれるべきものなので作業実施の上で、危害予防上、また監督上からみて上記のような安易な考えでそのつど適当な場所を選定して親ダイを製作することは実際には不可能である。このため火薬類取扱所のほかに、別に“親ダイ作製所”を設置する必要性が生じた。親ダイ作製所は火薬類取扱所に準じて考えるべきである。取扱所および親ダイ作製所は、現場においては設置場所を異にして同一構造の二つ以上の平家建の建物を設けて、前者は一時貯蔵に、後者は必要最小限の爆薬、火工品を用いて親ダイ作製を行なうようにすべきである。

2.2.1 取扱所および親ダイ作製所の照明

取扱所および親ダイ作製所内を照明する設備を設ける場合には、“取扱所あるいは親ダイ作製所と安全に隔離した電灯とし、かつ当該取扱所あるいは親ダイ作製所内において電導線を表わさないこと。ただし安全な装置をほどこした定着電灯を使用し、配線は金属管工事またはキャプタイヤ ケーブル、もしくはがい装ケーブルを使用するケーブル工事により、かつ自動シャ断器または開閉器を取扱所あるいは親ダイ作製所外に設けるときは、この限りでない³⁾”。と示されている。この基準によって作業に支障をきたさぬよう取扱所および親ダイ作製所の照明を設備すべきである。

2.2.2 取扱所および親ダイ作製所の暖房

冬期の爆破作業で、難凍または不凍性の爆薬を使用しても寒さのため作業に困難をとまなうような寒い地方で

* 正員 工博 京都大学工学部

**正員 工博 鹿島建設 KK

は、取り扱ひ上からも、また、危害予防上からも暖房をなすべきである。暖房には温水、蒸気または熱気以外のものを使用してはならないが（石炭鉱山および金属鉱山保安規則⁹⁾）土木現場においては、電気ヒーターとブローアを組み合わせて、電氣的に絶縁されたパイプを通じて建物内に熱気を送り込んで保温するのが最も手軽で有効である。

2.3 親ダイの作製

親ダイの作製は、親ダイ作製所において一時に使用する親ダイの作製に必要な最小限の爆薬と火工品を準備して行なうべきである。以下親ダイ作製作業の順序にしたがって述べることにする。

2.3.1 電気雷管の導通試験

親ダイを作製するにあたっては、雷管工場における製作上の不良品を再点検し、また起爆の完全を期するため、ダイナマイトを取り付ける前に事前に電気雷管を1本ごとに導通試験を行なう必要がある（雷管工場では製品を点検して出荷しているが、それでも点検もれの不良品の混入は避けられない）。

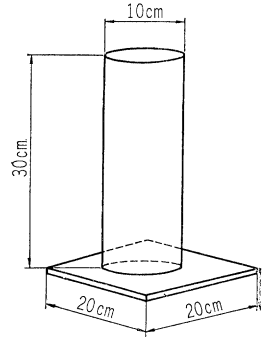
(a) 導通試験器(抵抗計) 一般に市販品は0.01アンペアをこえない電流を流して測定する50Ω計、100Ω計などの導通試験器が市販されているが、電気雷管の抵抗値が1Ω前後であるので(表-2.1参照)、50Ω計、100Ω計などでは正確に測定できない。このために5Ω計を備える必要がある。電気雷管の導通試験と回路の全抵抗を測定するためには5Ω計、25Ω計、50Ω計、100Ω計、さらに必要があればそれ以上の抵抗値を計れる導通試験器を用意する必要がある。最近1ミリアンペア以下の光電池を使用した導通試験器も市販されているが、これは導通の有無を光の点滅で示すのみで抵抗値を表示しないので、土木技術者あるいは親ダイ作製責任者の使用目的には適当でない。

(b) 電気雷管の導通試験用円筒 電気雷管の導通試

表-2.1 脚線長の異なる各種電気雷管の抵抗値

		旭化成						
脚線長 (m)	白金線付標準抵抗 (Ω)	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
1.2	0.84	0.90	0.97	1.04	1.11	1.18	1.27	
誤差 (Ω)	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1
		日本化薬						
脚線長 (m)	白金線付標準抵抗 (Ω)	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
1.2	1.00	1.08	1.15	1.23	1.30	1.38	1.44	
誤差 (Ω)	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1
		帝国火工品						
脚線長 (m)	白金線付標準抵抗 (Ω)	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
1.2	1.03	1.10	1.16	1.23	1.30	1.35	1.42	
誤差 (Ω)	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1

験に際しては、不測の爆発事故を防ぐため試験用円筒(引抜鋼管φ4in×長30cm、底板厚3.2mm 20×20cm。ただし脚線を損傷しないため円筒の上縁はヤスリをかけ滑らかにしておく)の中に電気雷管の管体部を入れて1本ごとに導通試験を行なうべきである(図-2.1参照)。



(c) 電気雷管の抵抗値 一般に電気雷管1本の白金線電橋部の抵抗値はメーカーごとに異なっている。

0.55±0.1Ω (旭化成)

0.7±0.1Ω (日本化薬)

0.7±0.1Ω (帝国火工品)

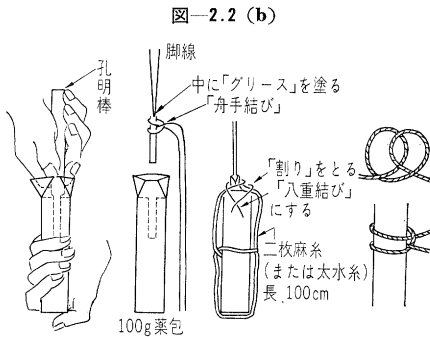
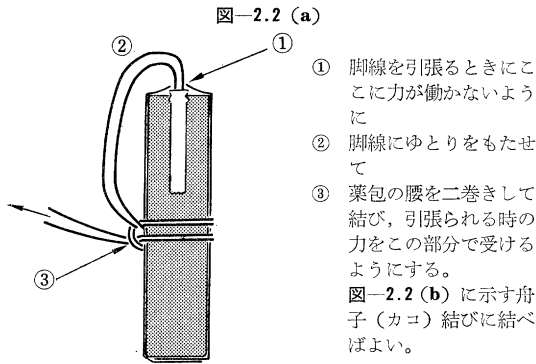
この値にさらに脚線部(φ0.45mm ビニール銅線、20°Cにおける導体抵抗値111.8Ω/km)の抵抗値が加わって電気雷管1本当りの抵抗値となる。各種脚線長さの電気雷管の抵抗値は表-2.1に示す。なお防湿のうえから電気雷管の脚線は必ずビニール脚線を使用すべきで、綿巻脚線を使用してはならない。また、表-2.1に示す抵抗値に比し白金線電橋部と脚線部の抵抗値の和の計算値が若干少ないのはφ0.45mm銅線にビニール被覆をする際銅線が引張られて、実測の結果はφ0.45mmがφ0.42~0.43mm程度になり抵抗が少し増加するのが原因であろう。

(d) 電気雷管脚線の短絡 導通試験を終えて異常を認めなかった電気雷管の脚線の末端は7cmずつ裸線とし、暴発予防のため使用直前まで裸線の末端を、おのおの2cmずつ数回かたくねじって短絡を行なう。使用に際しては短絡部をニッパなどにて切断し、裸線の残り部分5cmずつにて脚線間の結線、あるいは脚線と母線(または補助母線)との結線を行なう(後述2.4.1あるいは2.4.2参照)。ただしこの程度の短絡では落雷時に明かりにおいた電気雷管の暴発は防ぐことができないので注意を要する。

2.3.2 ダイナマイトに電気雷管の装着

ダイナマイトに電気雷管を装着すること、すなわち親ダイの作製は⁹⁾、

- ① ダイナマイトの包装紙の口を開き、孔明け棒をもって雷管全体をそう入するように雷管孔をあける。
- ② 雷管の管体部を爆薬の中に全部そう入する。
- ③ 開いた包紙で薬包と雷管を包み、ひも類またはゴム輪などで結ぶ。脚線は脚線が引張られたとき、電気雷管が薬包から抜けないようにしておく。また電気雷管本



体と脚線との取付け部を安定させておくため一般には図-2.2 (a) に示すようにする。

④ スネークホールなどのように、荒れた孔に親ダイを装葉する際にはビニール脚線の結び目でビニール被覆が傷んで(例えば図-2.2 (a) の③の部分)脚線がこの部分で短絡し、不発の原因となることがあるので、このような場合には図-2.2 (b) に示すように葉包の口と中央におのおの2枚麻糸(または太水系)を2回巻きつけ、これを接続して雷管の抜けないように結束する必要がある。

2.4 結線と防湿

細い脚線相互間、脚線と太い母線あるいは太い母線相互間などの結線は、つぎに述べるような方法にて確実に結線を行なうべきである。またこれらの結線箇所は必要があればビニールテープにて防湿を行なうようにすべきである。

2.4.1 脚線相互間の結線、あるいは脚線と細い補助母線との結線

細い脚線(一般には $\phi 0.45$ mm 軟銅線)相互間の結線、あるいは脚線と細い補助母線($\phi 0.65$ mm 軟銅線程度)との結線は、図-2.3 に示すようにおのおの結線すべき線の末端を長さ5 cm ずつ裸線として、2線を一束として輪を作り、5回以上ねじってかたく結線する。

2.4.2 脚線と太い母線との結線

細い脚線と太い母線($\phi 1.2$ mm 軟銅線以上)との結

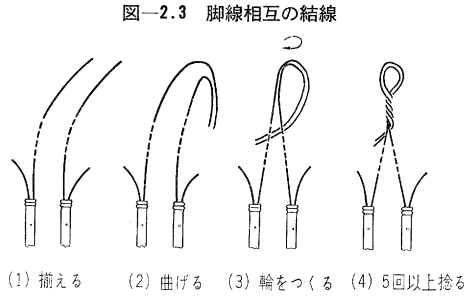
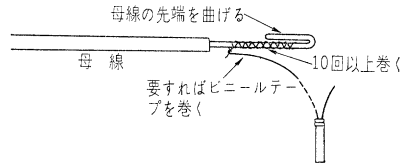


図-2.4 脚線と太い母線との結線図



線は、図-2.4 に示すように、太い母線の末端の裸線部(長さ5 cm)に細い脚線の裸線部(この場合は裸線部の長さは10 cm以上)を10回以上巻きつけて、末端を結び止めたのち太い母線の残った末端を折り曲げておく。

2.4.3 太い母線相互間の結線

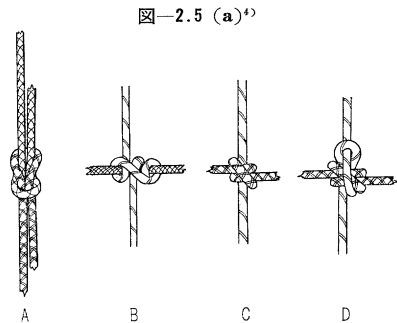
母線相互間の結線は、おのおの母線の末端5 cm ずつを裸線とし、 $\phi 0.95$ mm バインド線によりかたく結束する。母線が $\phi 1.2$ mm 軟銅線相互のときはS型スリーブを用いて結線する³⁾場合もある。

2.4.4 防湿

上述の(裸線部の)各結線箇所はリーク(Leak)を防ぐためと結線箇所の損傷防止のために必要があれば幅20 mm、厚0.2 mmのビニールテープを用いて丹念に防湿を行なうようにすべきである。

2.5 導爆線相互間の結線、導爆線に電気雷管の装着

導爆線相互間の結線は結び方を誤ると導爆線の伝爆



- 幹線導爆線のこまむすび
- 防水された分岐線と普通の幹線との巻きむすび
- プラスチックワイヤーで被覆された分岐線に普通幹線を巻きむすびしたもの
- 荷重による引張りによるむすびがとけないように、とくに行なう巻き結び

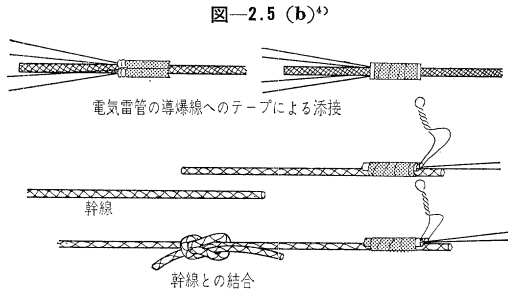
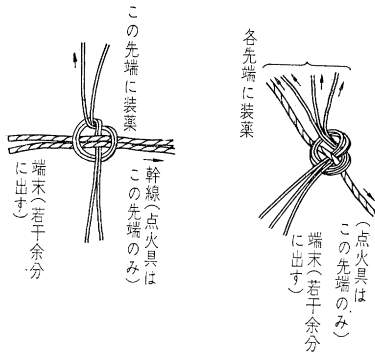


図-2.5 (c)



が伝わらずに不発になることがあるので、図-2.5(a)、(b)、(c)に示すような各種の方法で確実に伝爆するように結線すべきである。

2.6 込め物

削岩機による削孔に対しては、装薬後の込め物は従来は粘土アンコ 3~4 個を入れる程度であったが、爆破の効果を確実にするためにはポリエチレン砂袋厚 0.03 mm, 折径=薬径×(1.3~1.5)のものに、10~15%程度の含水率のあらめの砂をつめて袋の端末を封じたものを用い(封じるには熱シールが簡単である)、込め棒で突けば孔内でポリエチレン袋が破れて孔は完全にん塞される。この際注意すべきことは、砂袋のそう入は数本を一度に入れると込め棒で突いても最後の1本だけが破れて込め物として役立つに過ぎず、残りの砂袋は破れないのであまりてん塞効果はあがらない。そこで砂袋を込め物として有効に使用するためには、1本ごとに砂袋の端末を破ってこの部分を孔の奥に向かってそう入し、それぞれをていねいに込め棒で突いてさらに他の端末をも破り、砂が孔の断面積全体に拡がって込め物として有効に働くように使用すべきである。また込め物の長さは60 cm以上が望ましい。

2.7 漏洩電流の検知

電気雷管を使用して爆破を行なう場合には、あらかじめ漏洩電流の有無を検査する必要がある。漏洩電流検知

器の測定範囲は、電圧の場合は直流、交流ともに10 V程度まで、電流値の場合は直流、交流ともに500 mA程度まで測定できるものを使用し、電流値180 mA以上の漏

洩電流があるときは電気発破を中止して漏洩電流の原因の探究と排除につとめ、安全なることを確かめたうえで発破を行なうべきである。また雷鳴時、落雷時の電気発破は厳禁すべきである。参考までに電気雷管の点火に必要な最小電流値の一例を示せば表-2.2³⁾のようになる。

表-2.2 電気雷管の最小点火電流比較試験表 (電源は定常直流 100 V, 30 秒間通電)

電流値	旭化成製品	日本化学製品	帝国火工品製
300 mA		0/20	0/20
350 "		2/20	3/20
400 "		16/20	8/20
450 "	0/20	20/20	8/20
500 "	2/20		20/20
550 "	14/20		
600 "	20/20		

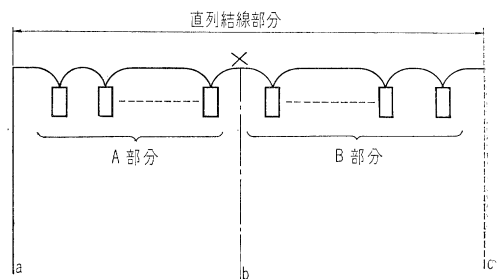
2.8 発破準備としての発破回路の導通試験

発破準備としての発破回路の導通試験は、装薬、爆装、結線をすべて終了したのち、必ず作業員全員を安全地帯に退避せしめたことを確認のうえで導通試験器の項で述べた 100 Ω, 50 Ω, 25 Ω あるいは 5 Ω の導通試験器(抵抗計)のうち、もっとも適当なものを用いて実施すべきである。この際計算値と実測値の誤差は10%以下とし、10%以上の誤差のある場合は計算値の誤りあるいは結線の誤りがあるものとして再度点検の必要がある。

2.9 断線箇所処理

導通試験の結果断線箇所のあることが判明した場合には、発破回路を検査しやすい単純な直列結線部分に区分し、図-2.6に示すような方法で断線箇所の発見、排除を行なうのがよい。断線箇所の発見は非常に時間を要するので、図-2.6のように補助母線(φ0.65 mm)3本を色分けして使用し、直列結線部の両端と中央の3箇所に補助母線を結び a-b にてA部分を、b-c にてB部分を測定し(この際×点は防湿用のビニールテープをはがすのみで結線部を切り離さない)、断線のあった部分

図-2.6



の中央に不要になった補助母線を移動して結線し、さらに同じように順次導通試験をくり返して断線箇所を発見につとめるのが単純で間違いがなく短時間に処理できる方法である。

2.10 爆破用電源

爆破に使用する電源は、万やむをえない場合以外は交流電源 (220 V. A.C. あるいは 100 V. A.C.) を使用しないことが望ましい。その理由は波形の関係から、あるいはまた電源電圧が爆破用としては低すぎるため不発を生ずることがあるからである。電源としては必ず直流電源 (1 200 V: D.C. 程度) を使用すべきである。

電気雷管 1 発 1 Ω 当りの点火力積 (Impulse) は次式で表わされる。

$$K = \frac{CV^2}{2R} \quad (2.1)$$

ここに、C: コンデンサー容量 μF

V: 直流電圧 V.D.C.

R: 電気雷管回路の総抵抗 Ω

K: 点火力積 m.w.s./Ω

式 (2.1) よりみれば、電気雷管に電氣的に点火を容易にするためには回路の総抵抗 R の値をできるだけ減少せしめ (母線、補助母線の抵抗値の小さいものを使用するか、結線の方式を巧妙に選定して回路の総抵抗を小さくする)、またコンデンサー容量 C と電圧 V を大きくする必要がある。とくに電圧 V の 2 乗に比例して点火力積 K が大きくなるので、電圧 V をできるだけ高くすることが有利である。通常爆破に用いられる点火器の電圧は 400~1 200 V.D.C. 程度である。また点火器の電圧が高いほうが放電の際の尖頭電流値 (後述 2.15 項) が高くなって、この観点からも電気雷管の点火に非常に有利であるが、いたずらに点火器の電圧を高めることは点火器の絶縁と電気雷管の脚線の絶縁からみてかえって不利になる場合が生ずる。ことに湿式の削岩機で削孔した孔に込め棒を用いて親ダイをそう入する場合、脚線のビニール被覆のピンホールあるいは込め棒による脚線の損傷を考慮すると、あまり高い電圧では漏電による不発を生じ必ずしも有利ではない。したがって使用する点火器は使用目的に応じて、不発を生じない適応した電圧のものを選定する必要がある。

2.11 電気点火器の能力

一般市販の電気点火器は発電機式とコンデンサー式とがあるが、コンデンサー式が多く用いられている。電気点火器の容量試験に関しては JIS M 2505 コンデンサー式発破用電気点火器工業標準案 (36 年 11 月 27 日) によれば、“固定抵抗 5 Ω の抵抗を入れて 1.2 m 銅脚線

付き 6 号電気雷管を点火器の定格容量の 2 倍に相当する数だけ直列に接続したのち、衝撃試験を経過した点火器を所定の操作を行なって規定電圧で通電し、雷管が齧発するかどうかを調べる。なおこれと同一の効果を有する能力試験器を使用してもよい。鉄脚線付き電気雷管に対しては、同様の方法で 1.2 m 鉄脚線付き 6 号電気雷管を使用し、その最大齧発数の半数を鉄脚線に対する定格容量とする。200 発掛以上の大容量点火器で、とくに直並列発破用に作られたものは、銅脚線、鉄脚線おのその最大齧発数の半数を定格容量とする”。と示されている。点火器の定格容量としては、

1 種 防爆構造のもの (10, 25, 30, 50, 100 発掛)

2 種 防爆構造でないもの (10, 25, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1 000 発掛)

をあげているが、土木現場で使用する場合には公称能力 (定格容量) の 60% 程度、すなわち 100 発掛なら 60 発までの齧発に使用するように考えればよい。正確には電気点火器の規定電圧およびコンデンサー容量と発破回路条件より計算すべきである³⁾。

2.12 電気点火器の取扱いと試験方法

電気点火器の取り扱いにあたっては、湿気による絶縁不良、衝撃による点火器内部の接触不良などによって機能を十分に発揮しえないで、多数齧発の際不発の原因となることがあるので、とくに慎重に責任者を定めて取り扱う必要がある。また点火操作の練習のために電気点火器を使用する場合は、放電側端子の±両極を必ず短絡して行なうべきで短絡を怠ると故障の原因となる。とくに多数齧発用の比較的高電圧の大容量点火器 (200 発掛以上) の場合は、放電側端子の±両極を短絡する際一般市販のニクロム線 (抵抗値 20~30 Ω 程度) を回路にそう入することが望ましい。

電気点火器のハンドルの取り扱いについては、“点火する際を除くほか固定式のものにあっては錠を施し、離脱式のものにあっては当該作業者がみずから携帯すること¹⁾”。と示されているが、上記の事項を厳守しなければならないというまでもない。

2.13 遅発電気雷管の時間間隔と岩石の破砕度

第 1 章において各種の MS 電気雷管、DS 電気雷管について詳述されているが、爆破を実施する場合使用する電気雷管の時差によって岩石の破砕の程度が異なってくる。時差による岩石の破砕度の一例を 図-2.7⁹⁾ に示す。この図は破砕度の傾向を示しているもので、もっとも岩石の破砕度のいちじるしいのは 10 ms の時差の場合であり、ついで 80 ms、および 150 ms の場合が破砕度が高い。一般にいわれている MS 電気雷管 (1 段か

表—2.3 発破母線、補助母線の諸元
(キャブタイヤケーブル)

公称断面積 mm ²	素線数/ 素線径		紙 ア ー ブ 厚 さ		ゴ ム 絶 縁 体 厚 さ		キ ャ ブ タ イ ヤ ー 厚 さ		仕 上 外 径 約		概 算 重 量 kg/ km	標 準 条 長 mm	導 体 抵 抗 (20°C) Ω/km	試 験 電 圧 V	絶 縁 抵 抗 (20°C) MΩ/km
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm						
100	19/34/0.45	15.2	0.1	2.3	2.7	25.4	1	490	200	0.1857	3 000	500			
80	19/27/0.45	13.5	〃	〃	2.6	23.5	1	240	〃	0.2340	〃	〃			
60	19/20/0.45	11.7	〃	〃	1.8	2.3	20.1	909	〃	0.3159	〃	〃			
50	19/16/0.45	10.4	〃	〃	〃	2.2	18.6	769	〃	0.3947	〃	〃			
38	7/34/0.45	9.1	〃	〃	〃	2.0	16.9	616	〃	0.5041	〃	600			
30	7/27/0.45	8.1	〃	〃	〃	1.9	15.7	515	〃	0.6348	〃	〃			
22	7/20/0.45	7.0	〃	〃	1.4	1.7	13.4	379	〃	0.8570	〃	〃			
14	88/0.45	4.9	0.05	〃	〃	1.5	10.8	249	〃	1.338	〃	〃			
8	50/0.45	3.7	〃	1.1	1.3	8.6	156	〃	〃	2.354	〃	800			
5.5	70/0.32	3.1	〃	〃	〃	8.0	123	〃	〃	3.324	〃	〃			
3.5	45/0.32	2.5	〃	〃	〃	1.2	7.2	93	〃	5.170	〃	〃			
2.0	37/0.26	1.8	〃	〃	〃	6.5	69	〃	〃	9.525	〃	〃			
1.25	50/0.18	1.5	〃	〃	〃	1.1	6.0	56	〃	14.86	〃	〃			
0.75	30/0.18	1.2	〃	〃	〃	〃	5.7	47	〃	24.77	〃	〃			

注：JIS C 3302 による

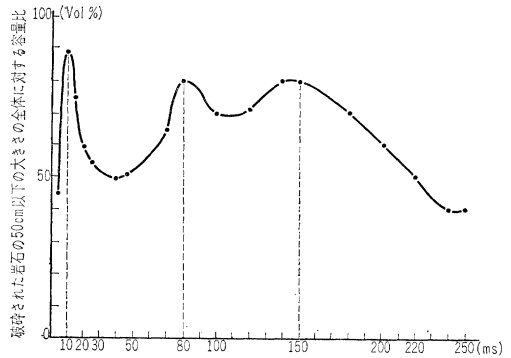
表—2.4 発破母線・補助母線の諸元

直 径 mm	断面積 mm ²	重 量 kg/km	導 体		ビニール* 絶 縁 体 厚さ mm	仕上* 外 径 約mm	概 算 重 量** kg/km
			最大抵抗 20°C, Ω/km	最大抵抗 20°C, Ω/km			
5.0	19.64	174.6	0.8867	1.6	8.2	220	
4.0	12.57	111.7	1.385	1.4	6.8	144	
3.2	8.042	71.49	2.166	1.2	5.6	94	
2.6	5.309	47.20	3.280	1.0	4.6	63	
2.0	3.142	27.93	5.543	0.8	3.6	38	
1.6	2.011	17.88	8.748	0.8	3.2	26	
1.2	1.131	10.05	15.56	0.8	2.8	17	
1.0	0.7854	6.982	22.40	0.8	2.6	13	
0.8	0.5027	4.465	35.00	0.8	2.4	10	
0.7	0.3848	3.421	45.72	〃	〃	〃	
0.65	0.3318	2.950	53.02	〃	〃	〃	
0.60	0.2827	2.531	62.23	〃	〃	〃	
0.55	0.2376	2.112	74.04	〃	〃	〃	
0.50	0.1964	1.746	89.58	〃	〃	〃	
0.45	0.1590	1.414	111.8	〃	〃	〃	
0.40	0.1257	1.117	141.4	〃	〃	〃	

注：* 印の欄は JIS C 3307 による。その他は JIS C 3102 による。
概算重量はビニール被覆線の重量を示す。

ら 10 段まで 10~30 ms) が必ずしも破砕度が高いのではない。また飛散の程度からいえば MS 電気雷管 (10~

図—2.7 遅発電気雷管の時間間隔と破砕度



30 ms) がいちじるしい。したがって過度に飛散することなく、そのうえ岩石の破砕度の高い電気雷管として 100 ms (DS) 間隔のものが用いられる場合がある。トンネル工事の切羽の掘進用として使用される電気雷管はこの顕著な例である。

2.14 現場で使用する発破用母線、補助母線

土木現場で使用される発破用母線、補助母線については表—2.3、表—2.4 に示す。発破母線はキャブタイヤケーブル 2 種 1.25 mm² (単心、より線) 以上を使用すべきである。補助母線は φ0.65 mm ビニール線を使用し、断線の防止、回路抵抗を減少せしめるために φ0.45 mm ビニール線はできるだけ避けたほうがよい。

参 考 文 献

- 1) 通産省火薬班校閱，一橋書房編輯部編：“最新火薬法令集”，一橋書房，1961
- 2) 通産省軽工業局無機化学課編：“改正火薬類取締法令解説”，日本産業火薬会内資料編輯部，1961
- 3) 山本祐徳・浜野元継：“最新火薬必携”，一橋書房，1961
- 4) 佐藤忠五郎：“爆破によるダム基礎掘削における設計施工上の諸問題”，鹿島建設技術研究所出版部，1960
- 5) DU Pont：“Blasters' Handbook”，1958
- 6) 教育総監部：“爆薬戦闘の参考”，1945
- 7) Hans-Georg Halbel, Clausthal: NOBEL HEFTE, January, 1956. Abb. 2 Kurvenbild der Versuchsreihe.

(文責 佐藤忠五郎)

海外 ニュース

キューバに大火力発電所

キューバのサンチャゴ市に目下、キューバ東部最大の火力発電所が建設されている。この発電所はソ連の援助で建設され、第 1 期工事の出力 10 万 kWh は 1964 年に完工の予定である。

サヤン発電所の建設準備作業終了

シベリアのエンセイ河に建設されるサヤン水力発電所の測量その他建設準備作業は間もなく終わる。同発電所の設計出力は 600 万 kWh で、機械設備の点ではこれまでの火力発電所建設にその比をみない規模である。同発電所は完成後シベリヤなどの大工業地帯に送電する。完成は 1870 年の予定といわれる。