

## 《実用講座》

### 爆破 2

若園吉一\*  
佐藤忠五郎\*\*

#### 1.3 火工品

火薬類にはすでに述べた爆薬のほかに火薬および火工品がある。爆薬とはダイナマイトのように爆速 2000~7000 m/sec で爆発(爆轟 Detonation)して衝撃波をともなうものであるが、火薬は黒色火薬、無煙火薬のように音速 340 m/sec 以下の燃焼(爆燃 Deflagration)を行なうものである。火工品とはこれらの爆薬または火薬を紙、せんい、金属などで加工、包装したもの総称で、爆破を行なう場合に爆薬に付属して使用されるが、火工品の良否およびその使用法の適切さいかんが爆破効果を左右する点からいえば、火工品は爆薬より重要であるといい得る。爆破はその点火法によって、導火線、工業雷管を使用する導火線発破と、電気雷管を使用する電気発破とに分けられるが、齊発性(後述)、耐水性、後ガスなどを考慮すれば電気発破の方が取扱上安全であり、しかも作業能率がすぐれている。

##### 1.3.1 導火線

導火線は黒色火薬(粉状)を中心としてその周囲を糸、紙などで被覆したもので、表-1.5、表-1.6 に示すとおりの3種類があるが、このうち第2種がよく使用されている。導火線は工業雷管に点火するためのものであり、燃焼速度が正確で誤差の少ないとされ、耐水性が良好なことが必要とされる。

このほか、耐水性をさらに良好にするためにビニール

表-1.5 導火線の構造

導火線	第1種	第2種	第3種
芯糸	綿糸 3 本	綿糸 3 本	綿糸 3 本
装薬	黒色粉火薬	黒色粉火薬	黒色粉火薬
第1被覆	麻糸 11 本以上	麻糸 13 本以上	麻糸 10 本以上
第2被覆	麻糸 7 本以上	綿糸 5 本以上	綿糸 5 本以上
特別防水	防水塗装(黒色)	防水塗装(黒色)	—
第3被覆	白色紙テープ	白色紙テープ	—
第4被覆	綿糸 10 本以上	綿糸 8 本以上	綿糸 5 本以上
外部仕上	ビニール塗装	ビニール塗装	黒色防水塗装
外観	白	白	黒
	色	色	色

\* 正員 工博 京都大学 工学部

\*\* 正員 工博 鹿島建設 KK

表-1.6 導火線の性能

導火線	第1種	第2種	第3種
黒色火薬量(g/m)	3.5 以上	3.5 以上	3.5 以上
線径(mm)	5.0 以上	4.8 以上	4.5 以上
燃焼秒時(sec/m)	100~140	100~140	100~140
被覆の燃焼性	なし	ややあり	あり
耐水性 (水深 2 m に浸漬)	2 時間以上	2 時間以上	1 時間以上
発煙	微少	やや多い	多い
使用場所	水中, トンネル, 炭鉱	土木, 鉱山	土木, 掘石

被覆を行なったものがある。

使用時には、あらかじめ導火線の一部を切り取り燃焼秒時を再確認しておくことが望ましい。なお、吸湿すると燃焼秒時が遅れ、はなはだしいときは立消となるから注意が必要である。

メーカーとしては(日化)、(旭)、(日カ)以外に帝国火工品製造 KK(帝火と略称)、三田導火線 KK、関東導火線 KK がある。

##### 1.3.2 工業雷管

工業雷管は爆薬にデトネーションを与えるためのものであり、図-1.8 に示すように銅管体に起爆薬が装填されていて、起爆薬を導火線で爆発させ、この爆発を爆薬

図-1.8 工業雷管

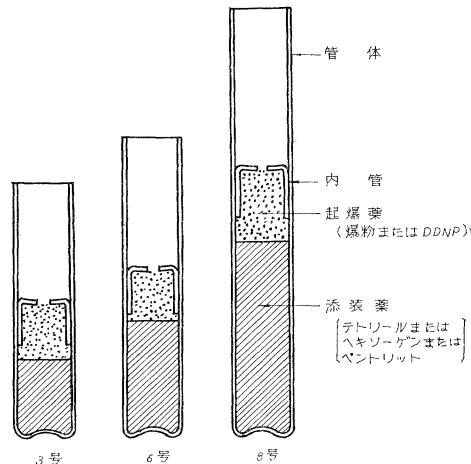


表-1.7 工業雷管

工業雷管	3号	6号	8号
管体(mm)	内径 外径 長	6.2 6.5 30.0	6.2 6.5 35.0 50.0
装薬量(g)	起爆薬 添装薬	0.30 0.35	0.42 0.45 0.50 0.90
薬高(mm)	—	15.0	20.0 32.0
鉛板試験	4 mm 厚さの鉛板に直角に立てる	貫通, 孔径 8 mm	貫通, 孔径 10.5 mm 貫通, 孔径 11.5 mm
鈍性(爆薬)試験*	タルク含有量	20%まで完爆	30%まで完爆 40%まで完爆

\* 雷管の起爆力を試験する方法で、試験雷管が鈍感な爆薬を完全に爆発させる程度を知るために、TNT にタルクを混ぜ、タルクの含有量の何%までに対して完全な起爆力があるかを測定する。

に伝えるものである。なお、添装薬は起爆薬の爆発に感応して爆発し、爆薬を確実に爆発させる働きをする。したがって、雷管は爆薬を完全に爆発させるための起爆力を持つことが必要条件となる。装薬量によって1号から10号まであり、号数が進むにつながって薬量が増加して強力になる。現在一般に使用されているのは3号、6号、8号の工業雷管であり、これらの諸元を表-1.7に示した。

### 1.3.3 電気雷管

電気雷管は工業雷管に電気点火装置を組み合わせたものである。電気点火装置としては普通図-1.9のように点火玉が用いられている。この点火玉は白金線電橋に約10 mgの点火薬を塗布したもので、約0.4 A以上の電流を通じると発火して起爆薬に点火する。電気点火装置以外の部分は工業雷管と全く同一である(図-1.8参照)。したがって、電気雷管の生命とするところは電気点火装置(点火玉)にある。電気発破においては1個の電気雷管による単発発破はほとんど行なわれず、多数の電気雷管を使用した齊発発破が普通であり、その際、それぞれの点火玉に十分な電流を通じて、すべての点火玉を一齊かつ確実に発火させなければならない。すなわち、それぞれの電気雷管の爆発時間が均一であることが必要である。これは齊発性といつて電流により大きく左右される性質である。電流が弱いときには齊発性は悪くなり、はなはだしい場合は不点火を起こすが、強すぎてもアーケ放電を起こして齊発性が悪くなる。大体2 A以上30 A以下の範囲<sup>1),2)</sup>が望ましい\*。ゴムまたはビニ

図-1.9 電気雷管

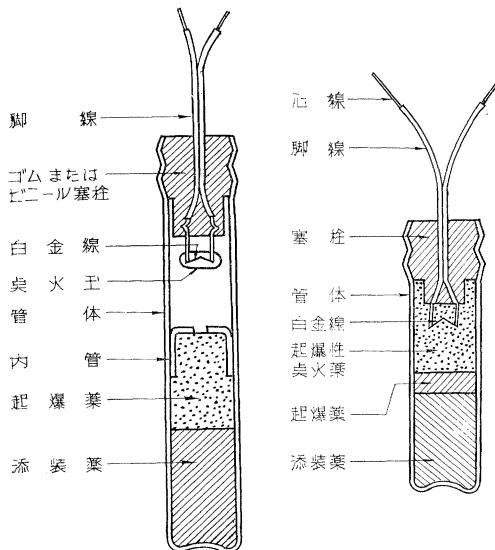
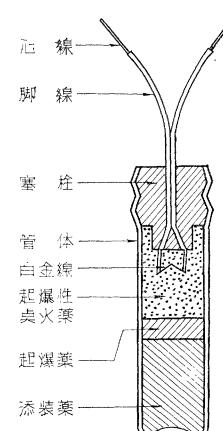


図-1.10 C型電気雷管



\* 電気発破の電流計算については、稿を追って発表する予定である。

ール塞栓で管体口をしめて耐水性を持たせてあるから、導火線発破に比較して電気発破の方が良好なことはいうまでもない。工業雷管と同様、現在一般に3号、6号、8号が用いられ、それらの薬量ならびに性能も工業雷管と同じである(表-1.7 参照)。

メーカーとしては(日化)、(旭)、(帝火)、九州火工品KK(九火と略称)、唐津火工品KK(唐津と略称)がある。

なお、図-1.10に示すような点火玉を用いない電気雷管もある。齊発性その他については、すでに述べたものと変わりはない。

### 1.3.4 段発(遅発)電気雷管

電気雷管(瞬発)のみでは、導火線発破のように爆発時間を順次遅らせる発破すなわち段発発破を行なうこととは不可能である。そこで段発電気発破用として、図-1.11のように電気雷管の電気点火装置と起爆薬との間に延時薬を装填することにより、爆発時間に階段的な遅れを設け順次爆発させるようにした一組の電気雷管が用いられる。これを段発(遅発)電気雷管という。段発電気雷管に電流を通じると、各雷管中の点火玉は一齊に発火して延時薬に着火する。それぞれの延時薬は薬量、薬種を変えることによって燃焼時間を順次遅らせてあり、したがって起爆薬への着火時間すなわち雷管の爆発時間に段間隔を生じる。この段間隔が0.1秒以上のものをデシセコンド電気雷管、0.01秒以上のものをミリセコンド電気雷管という。両者を瞬発電気雷管に対して遅発ま

図-1.11 段発電気雷管

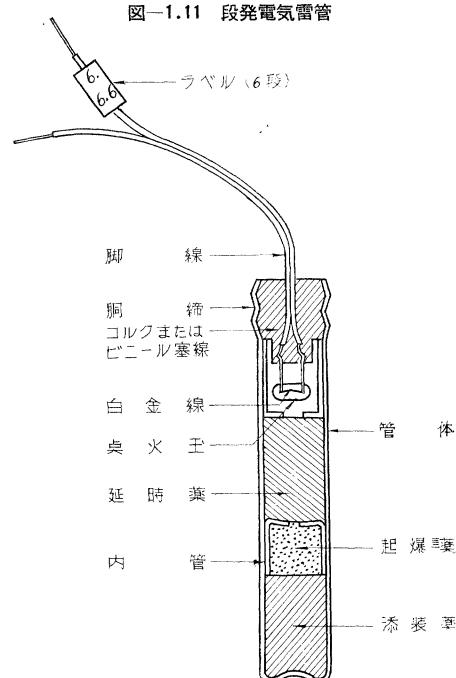


表-1.8 デシセコンド段発電気雷管

段数	メーカー	脚線色別	帝火	旭	旭	日化	帝火	帝火	旭	日化
			0.1~0.5秒	0.1秒	0.2~0.7秒	0.25~0.30秒	0.3秒	0.5秒	0.5秒	0.5秒
1	白	白	0	0	0	0	0	0	0	0
2	白	赤	0.1±0.025	0.1±0.1	0.2±0.05	0.25±0.02	0.32±0.03	0.40±0.1	0.5±0.1	0.5±0.05
3	白	緑	0.2±0.020	0.2±0.1	0.4±0.05	0.50±0.05	0.61±0.05	0.79±0.15	1.0±0.1	1.0±0.10
4	白	黄	0.3±0.020	0.3±0.1	0.6±0.05	0.75±0.05	0.91±0.05	1.25±0.15	1.5±0.1	1.5±0.10
5	白	黒	0.4±0.025	0.4±0.1	0.9±0.1	1.00±0.07	1.19±0.06	1.65±0.15	2.0±0.1	2.0±0.15
6	赤	赤	0.5±0.035	0.5±0.1	1.2±0.1	1.25±0.07	1.54±0.07	2.05	2.5±0.1	2.5
7	緑	緑	0.6±0.015	0.6±0.1	1.5±0.1	1.50±0.07	1.82±0.13	2.38	3.0±0.1	3.0
8	黄	黄	0.7±0.020	0.7±0.1	1.8±0.1	1.75±0.1	2.08±0.11	2.82	3.5±0.1	3.5
9	黒	黒	0.8±0.020	0.8±0.1	2.1±0.1	2.00±0.1	2.43±0.09	3.35	4.0±0.1	4.0
10	赤	緑	0.9±0.025	0.9±0.1	2.4±0.1	2.30±0.1	2.70±0.08	3.70	4.5±0.1	4.5
11	赤	黄	1.1±0.020		2.7±0.1	2.60±0.1	3.00±0.07	4.06	5.0±0.15	
12	赤	黒	1.3±0.020		3.1±0.1	2.90±0.1	3.29±0.16	4.30	5.5±0.15	
13	緑	黄	1.5±0.035		3.6±0.1	3.20±0.1	3.59±0.08	4.82	6.0±0.15	
14	緑	黒	1.7±0.035		4.1±0.1	3.50±0.12	3.93±0.17	5.40	6.5±0.15	
15	黄	黒	1.9±0.040		4.7±0.1	3.80±0.12	4.17±0.15	5.93	7.0±0.15	
16	白	茶	2.2±0.040		5.4±0.2	4.10±0.12			7.5±0.20	
17	赤	茶	2.5±0.040		6.1±0.2	4.40±0.12			8.0±0.20	
18	緑	茶	2.9±0.045		6.8±0.2	4.70±0.12			8.5±0.20	
19	黄	茶	3.3±0.045		7.5±0.2	5.00±0.12			9.0±0.20	
20	黒	茶	3.8±0.045		8.2±0.2	5.30±0.12			9.5±0.20	

備考：1) 各社の製品共、1段は瞬発電気雷管である。

2) 将来（昭和38年末頃）、各社共、段間隔0.25秒、段数20段のものに切り換える予定である。

たは段発電気雷管ともいう。一般に段発電気雷管は高段になるにしたがって延時薬量が増すから雷管体は長くなる。段発電気雷管の精度は、延時薬の燃焼時間の正確さいかんによって決まるから、特に延時薬の燃焼秒時の偏差（ばらつき）の小さいことが必要である。

段発電気雷管によれば確実に段発発破を行なうことができるから、齊発発破より発破効果が良いことはもちろんのこと、導火線発破にくらべてもさらに効果的であり、その上迅速かつ安全に爆破作業を行なえるという利点がある。

### 1.3.5 デシセコンド (DS) 段発(遅発) 電気雷管

わが国ではデシセコンド雷管として段間隔0.1~0.5秒、段数5~20段のものが市販されているが、土木工事には主として10段以上が使用される。メーカーは（日化）、（旭）、（帝火）、（九火）、（唐津）であり、各社の製品のうち土木用としてのデシセコンド雷管を表-1.8に掲げる。雷管の段別は脚線の色によって明示され、各社共通である（その他、ラベル、プレートによっても識別できる）。

### 1.3.6 ミリセコンド (MS) 段発(遅発) 電気雷管

1.3.4 段発電気雷管の項で述べたように、段間隔が0.01~0.05秒（10~50ミリセコンド\*）の段発電気雷管である。この雷管の構造および外観はデシセコンド雷管と全く同一であり（図-1.11参照）、脚線の色別による段数の標示もまたデシセコンド雷管の場合と同様であるが、ラベルまたはプレートの色を変えて区別してある。

ミリセコンド雷管中の延時薬の成分、組成はデシセコン

ド雷管中のものと全く異なり、速燃性の延時薬が装填されている。

ミリセコンド段発電気雷管を使用して極短時間に行なう段発発破をミリセコンド発破と呼び、つぎのような発破効果があるといわれている。

1. 震動が軽微で岩盤をいためない。
2. 爆音が小さい。
3. 隣接発破孔の圧壊がない。
4. cut-off\*\* がない。
5. 穴尻や残留薬が残らない。
6. 岩石が小さく破碎される。
7. 破碎体の飛び具合が良い。
8. 岩粉が少ないので衛生上好ましい。

メーカーとしては（日化）、（旭）、（帝火）、（九火）、（唐津）があり、5~20段のものが市販されているが、土木工事には10段以上が使用されている。主なミリセコンド雷管を表-1.9に掲げた。

### 1.3.7 導爆線

ペントリットまたはRDXを心薬として、これを導火線と同じように糸、紙などで被覆したもので、大発破、水中発破などの齊発において雷管の代りに使用される。これは第2種導爆線またはプリマコードと呼ばれるものであり、わが国では通常この第2種が使われている。第1種導爆線は基準導爆線またはコルドーとも呼ばれ、錫管にピクリン酸またはTNTを溶封したもので、爆速が非常に正確で、基準品として研究室などで使用される。メーカーは（日カ）および（昭火）であり、表-1.10

\*\* 隣接孔の発破によって線が切られ不発になること。

\* 1 milli second=1/1000秒

表-1.9 ミリセコンド段発電気雷管

段 数	脚線色別	日化 (ms)	帝火 (ms)	旭 (ms)
1	白 白	2±2	2±2	2
2	白 赤	20±5	25±7	30
3	白 緑	40 "	50 "	60
4	白 黄	60 "	75 "	90
5	白 黒	80 "	100 "	120
6	赤 赤	100 "	130±12	160
7	緑 緑	125±8	160 "	200
8	黄 黄	150 "	190 "	250
9	黒 黒	175 "	230 "	300
10	赤 緑	200 "	270±12	350
11	赤 黄	230±12	310	410
12	赤 黒	270 "	350	470
13	緑 黄	310 "	400	530
14	緑 黒	350 "	450	590
15	黄 黒	400 "	500	650
16	白 茶	470±15	560	
17	赤 茶	550 "	630	
18	緑 茶	650±20	710	
19	黄 茶	750 "	800	
20	黒 茶	850 "	900	

備考：1) 各社の製品とも 1 段は瞬発電気雷管である。  
 2) 将来（昭和 38 年末頃）、各社とも、段間隔 25 ms、段数 20  
 段のものに切り換える予定である。  
 3) (九火)、(唐津) の製品は (日化) と同一である。

表-1.10 導 爆 線

メー カー	日 化		昭 火	
	第 2 種	第 1 種 (基準)	第 2 種	特 殊
外 線	黄 色	灰 白 色	黄 色	黄 色
外 � � 径 (mm)	5.2	5.4	5.5	5.5
薬 量 (g/m)	10	20	10	
爆 速 (m/sec)	6 500	6 700	6 500	6 500
耐 水 性	良 好	優 秀	良 好	優 秀

に示すような製品がある。

### 1.3.8 電気導火線

電気導火線は導火線に点火するための電気点火装置である。図-1.12 に示すとおり電気雷管の爆薬部分を除いたような構造である。図中イの部分に任意の長さの導火線をロの位置までそう入して、しめつける。

### 4. 発破器およびその他の計器

すでに述べたように電気発破は導火線発破にくらべてつぎのような利点があり、正確、安全であるばかりでなく爆破効果も大きい。

(a) 段発発破による爆破効果の増大 ミリセコンド

雷管およびデシセンド雷管の使用により、岩石は小さく破碎され、破砕体の飛散状況が良好である。また震動が少なく岩盤をいためない。爆音が小さいなどいろいろな点で爆破効果がすぐれている (1.3.6 参照)。

(b) 作業能率の上昇 爆破を計画的に行なうことができ、爆破時間は短縮される。

(c) 操作が簡単 多数の爆破孔の同時点火 (一斉点火) がきわめて簡単にできる。

(d) 耐水性が良好 溢水、ろう水の多い場所または水中、海底などで爆破を行ない得る。

(e) 保安上安全 逃げ遅れの心配がない。爆破が成功したかどうかを明確に判定できるから、爆破現場への出入りも容易である (法規<sup>3)</sup>により、電気発破では爆破後 5 分以上、導火線発破では 15 分以上経過しなければ、爆破現場に立ち入ることはできない)。

(f) 保健衛生上良好 導火線発破よりも後ガスが少ない。

以上のように電気発破は作業上、保安上すぐれているが、発破器を始め各種の電気機器を使用するので、電気的知識が必要である。電気発破において不発、残留の大半は電気機器の誤った取扱いおよび不整備が原因となっている。一般に爆薬、火工品を重視し、電気機器を軽視する傾向があるが、電気発破計画は、適切な電気機器の完全な取扱いにより始めて目的が達せられるものと考えられる。本稿においては、現在わが国で使用されている爆破用電気機器について簡単に説明しき、取扱いおよび電気計算に関しては次稿より逐次述べる予定である。

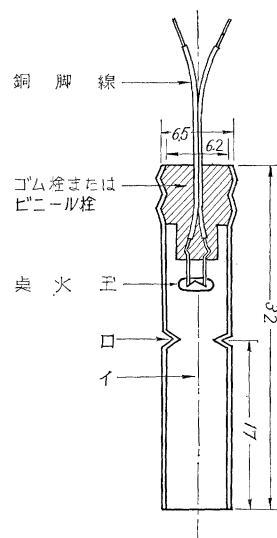
### 1.4.1 発破器 (点火器)

発破器とは爆破用電気点火器で略して点火器ともいう。電気発破において最も重要な機器で各種の電気雷管に電流を送るものである。発破器に必要な条件はつきのとおりである。

(a) 軽量、小型であること 大型のもの、重量 4 kg 以上の発破器では、遠距離とか狭い場所への運搬が不便であるから、常に携帯に便利なことが必要である。

(b) 絶縁性が好いこと トンネル、坑道をはじめ、湿度の高い所、溢水、ろう水のある所などで使用することが多いから、容器が腐食して容器を伝いいろ電気を送ることのないよう注意すること。現在では各種の発破器とも、金属製容器はほとんど使用されず、ビニール、ポーラクリートなどの合成樹脂製の容器が使用され、要所にはパッキングを施し、電気部品には耐湿性を持たせている。

(c) 堅固なこと 作業の関係上、取扱いが粗暴になり勝ちであるから、頑丈でなければならない。日本工業規格 JIS-C-0901、耐圧防爆構造試験 (6 kg/cm<sup>2</sup> 以上)



および JIS-M-2502 による強さ試験（高さ 1 m の所から床板へ 5 回落下させても機械に支障がないこと）に合格したものが望ましい。なお、温度差により容器に変化がないことも必要である。

**(d) 確実な齊発能力を維持すること** 爆破を行なう場合、発破器を操作する人によって出力に個人差を生じることがなく、常に同じ出力を発揮する性能を持ち、またきわめて短時間内に多量の電流を発破回路に送り得る能力、すなわち齊発能力を持つことが必要である。現在、発破器はコンデンサー式であり、コンデンサーの放電特性を一定にし、定格出力以上の電圧の上昇はネオンランプで標示される。

**(e) 安全性を持つこと** 発破器から火花などの発生を防ぐため防爆構造にして、残留電圧を短時間に消失させ、不慮の爆発や感電を防止する。また点火操作は「かぎ」のみによって行なうような構造にして、不注意による事故を防ぐ。

#### 1.4.2 発電機式発破器

古くから使用されている発破器で、手動や足踏によって直接発破回路に電流を供給する発電機である。操作の巧拙によって同一の発破器でもその出力に差が生じることおよび一般に重いことが欠点であるが、操作時以外には絶対に電流が流れないと保安上の大きな特徴を持つ。次項のコンデンサー式発破器が製作されるようにな

(白子精機), (中外電気)	M-5	5 発掛
	E-15	15 "
	E C-30	30 "
	E C-50	50 "
	E-50	50 "

表-1.11 (日化) の 発 破 器

性 能	C-1 (10 発掛)	C-2 (30 発掛)	V-50 (50 発掛)	V-100 (100 発掛)	M-1 (200 発掛)
定格齊発能力	直列 10 発	直列 30 発	直列 50 発	直列 100 発	直列 200 発
定格放電電圧 (V)	135	180	220	600	900
コンデンサー容量 ( $\mu\text{F}$ )	50	40	30	30×2並列充電 15放電	10
負荷通電秒時	50 ms 以内	50 ms 以内			
大きさ (mm)	85×170×60	85×170×60	85×100×135	96×128×146	96×128×146
重量 (g)	1 200	1 200	1 400	2 500	2 600

備考：1) C-1 型、C-2 型は積層乾電池から直接コンデンサーに蓄電する。

2) V-50 型、V-100 型、M-1 型は低圧乾電池を使用し、昇圧器を用いてコンデンサーに蓄電する。

表-1.12 (旭) の 発 破 器

性 能	旭電池式発破器		旭電気発破器		
	A-I (25 発掛)	新A-II (50 発掛)	50 発掛	100 発掛	200 発掛
定格齊発能力	直列 25 発	直列 50 発	直列 50 発 (直列総抵抗 100 $\Omega$ )	直列 100 発 (直列総抵抗 100 $\Omega$ )	直列 200 発 (直列総抵抗 450 $\Omega$ )
定格放電電圧 (V)	110~180	220~360	600	680	
コンデンサー容量 ( $\mu\text{F}$ )	40	30	8	8	8
大きさ (mm)	138×83×49	138×83×65	150×120×155	150×120×155	130×190×170
重量 (g)	750	800	3 700	3 700	5 000

備考：1) A-I 型、新A-II 型は積層乾電池から直接コンデンサーに蓄電する。

2) 旭電気発破器は手廻交流発電機の出力を整流してコンデンサーに蓄電し、その電圧が十分に高まったとき、放電管を利用した自動スイッチにより外部へ電流を流すようにしたものである。

(三菱電機)	{ Z A-20	20 "
	{ Z B-10	10 "

り、現在ではほとんど使用されていない。メーカーおよび製品は上記のとおりである。

#### 1.4.3 コンデンサー式電気発破器

電気エネルギーをいったんコンデンサーに蓄え、一定の電圧に達した後、発破回路に放電する。発破回路における齊発の条件は、発破器の電解コンデンサー容量、放電電圧および負荷抵抗（雷管結線後の全抵抗）の適当な組合せによって満たされる。（日化）および（旭）の発破器を表-1.11、表-1.12 に掲げる。

（日油）の発破器はつぎのとおりである。

1) ニッサン安全発破器 (F型 30 発掛)：低圧乾電池を使用し、昇圧器を用いてコンデンサーに蓄電する。

2) ニッサン安全発破器 (G型 50 発掛け)：低圧乾電池を使用し、トランジスター昇圧器を用いてコンデンサーに蓄電する。

3) ニッサン安全発破器 (D型 50 発掛け, 100 発掛け)：に抵抗計を組み込んだもの。

4) ニッサン発破器 (C-2 型, E 型 200 発掛け)：交流電源式で電灯線 (100 V), または動力線 (200 V) を電源とし、変圧、整流、充電を行なわせる機構のもので、消耗する部分をふくまないから、多数の電気雷管を使用して、常時、発破を行なうような現場に適している。

#### 1.4.4 抵抗計

電気雷管や母線の導通を知り電気抵抗を測定して、結線し、断線、短絡などを判断するための試験器である。

測定回路に流れる電流は安全のため 10 mA 以下に制限されている。各社製品の諸元は表-1.13 に示すとおり

表-1.13 抵抗計

メーカー	日化				旭	日油、帝火		
性能	Y01型発破回路テスター				旭式発破用 テスター	ニッサン発破用テスター		
	N-5	N-50	N-100	N-200		R-50	R-100	R-200
測定範囲 (Ω)	0~5	0~50	0~100	0~200	0~50	0~50	0~100	0~200
使用電池	1.65~1V特単1または単1				特種電池	1.3V 水銀電池		
大きさ (mm)	100×40×150				115×65×35	85×85×40		
重量 (g)	820				450	450		

備考：(日化) Y01型は普通の乾電池を用い、交差コイル型の特殊計器を使用したものである。

(旭) 特殊電池を使用したホイートストンブリッジ式のものである。

(日油) 水銀電池を使用したものである。この他、ニッサン安全導通試験器がある。これは充電池に光を投射させて、それによる微弱電流 (0.3 mA) で発破回路の導通をテストするものである。

である。

#### 1.4.5 出力計

発破器の齊発能力を簡単な方法で判定するための計器である。各社の出力計はつぎの通りである。

(日化) 発破器能力試験器：発破器の出力電流を所定のニクロム線に流し、その赤熱あるいは溶断の程度によって能力を判定する（大きさ：170×117×100 mm、重量：680 g）。

(旭) 旭式出力試験器：ネオン管の点灯を利用して最高電圧計式のものである（大きさ：85×125×40 mm、重量：560 g）。

(日油) ニッサン 発破器能力測定器：コンデンサーに蓄積された電気量を測定することによって判定する（大きさ：160×110×170 mm、重量：1 400 g）。

#### 1.4.6 漏洩電流検知器

坑内外の送電線、トロリーワイヤー、その他の電気機器よりの漏洩電流、あるいは地化学作用による迷走電流の有無ならびにその大きさを探知して電気発破の実施に対する危険の程度を判定するための交直両用の電圧電流計である。各社の製品はつぎのとおりである。

(日化) 漏洩電流検知器：測定回路の内部抵抗は 0.9 ~ 1.1 Ω で、電気雷管の抵抗とほぼ同じとなるように設計されている。検知電流範囲は交直両用で 0~200 mA である。

(旭) 漏洩電流測定器：測定回路の内部抵抗は 1.5 Ω で、測定範囲は交直いずれも電圧は 0~10 V、電流は 0~500 mA である。

(日油)、(帝火) ニッサン漏洩電流測定器：測定回路の内部抵抗は 1 Ω で、測定電流範囲は交直両用で 0~300 mA である。

ニッサン迷走電流検知管：迷走電流が 130 mA になると検知管内の点火薬が感応して瞬間に発光する。

#### 1.4.7 各種電気機器の使用上の注意

以上に述べた各種電気機器の使用上の注意を、爆破操作の順にしたがって述べる。

(a) 漏洩電流の測定 爆破を行なう場合、導電性の

岩盤（金属鉱石）、鋼帯錫装ケーブル、レールなどと電気機器とともに置かれるとときには、漏洩電流を確かめる必要がある。各爆破ごとに点火前に漏洩電流を測定することが望ましい。電気雷管は最少 300 mA の点火電流で発火するが、安全性を考慮して、測定の結果 100 mA 以上の漏洩電流が発見された場合は危険とみなして爆破作業を中止し、その原因をしらべ、電位を排除して後、爆破を行なわなければならない。

100 mA 以下の場合でも原因調査を行ない対策をたてる必要がある。

(b) 抵抗の測定 爆破を安全かつ確実に実施するためには、電気雷管個々の導通の有無および抵抗値を測定し、さらに結線後、発破回路全体について導通を確かめ同時に全抵抗を測定して、計算値とほぼ一致するかどうかを調べる必要がある。これは爆破作業中最も大切なことである。なお、電気計算については後述する。

(c) 出力試験 つぎに発破器を使用して爆破を行なうのであるが、現在使用されているコンデンサー式発破器は電源に電池を使用してあるから、電池の消耗により発破器の齊発能力が低下していることもあり得る。そこで発破器に出力計を連結することによって齊発能力が維持されているかどうかを確認する。

(d) 爆破 準備がすべて完了すれば発破器を使用して点火操作を行なう。発破母線の両端を発破器の両端子に確実にしめつける。ゆるい場合は接触抵抗を生じるおそれがあり、また火花を発生することもあるから注意しなければならない。「かぎ」をかぎ穴に差し込み回転すると、3~5 秒後のぞき窓中のネオンランプが点灯して爆破に必要な電力が蓄えられたことを示す。「かぎ」を元の方向に戻すと発破回路に通電されて電気雷管が爆発し、爆破が行なわれる。爆破が終れば「かぎ」を抜く。「かぎ」をはずすと同時に自動的に発破器には安全装置が施される。発破器から母線をはずし、母線の両端を短絡する。「かぎ」は必ず責任者が持ち、操作時以外にみだりに使用してはならない。なお、発破器は標示の発数以上の爆破には使用しないよう注意を要する。

#### 参考文献

- 1) 山田正幸・津島敏夫・伊藤一郎・若園吉一・藤中雄三：工業火薬協会誌、15巻2冊、81ページ、昭 29.
- 2) 伊藤一郎・若園吉一・藤中雄三：工業火薬協会誌、21巻5冊、297 ページ、昭 35.
- 3) 石炭鉱山保安規則第190条
- 4) 日本化薬KK：発破および計器、その他、各社カタログ。

(文責 若園吉一)