

《実用講座》

爆 破 1

若 園 吉 一*
佐 藤 忠 五 郎**

はじめに

第2次大戦後、土木事業の発展にともなって土木工事における爆破作業の件数ならびに規模は増大し、したがって爆薬使用量も急激に増加して、最近では表-1.1に示すように、わが国における総爆薬使用量の30%近くを占めるようになり¹⁾、他の産業における使用量が漸減の傾向にあるにもかかわらず、漸増しつつある現状である。

爆破作業は、爆薬の取扱いが正しく、施工法が適切であれば土木施工上、非常に能率的な作業である。

が、それらの方法を誤まれば人命に危害をおよぼすばかりでなく、作業能率のいちじるしい低下をきたすものである。また爆破の対象となる岩石は不均一なものである上に、場所によって条件を異にするから、理論だけでは解決が不可能な場合もあり、理論と経験の調和が必要である。そこで爆破を実際に行なうには、まず、つぎの事項を考慮しなければならない。

1. 適当な爆薬の選定
2. 安全な取扱い
3. 現場に即した爆破工法

ここでは、爆破に必要な火薬類全般（爆薬、火工品、点火器など）について若園が、爆薬の取扱いおよび爆破の実施について佐藤が担当し、8回にわたって執筆する予定で、昭和37年2月土木学会関西支部主催の爆破講習会において両名が行なった講演を基に、実例を追加して稿を進める。

* 正員 工博 京都大学 工学部

** 正員 工博 鹿島建設KK

1. 火 薬 類

1.1 爆薬の性質

1.1.1 状 態

爆薬の状態は膠質、粉状、固形（成形）の3種類にわけられる。膠質とは生ゴムのような可塑性の状態のもので、ダイナマイト（ニトログリセリン含有量25%以上）がこれに当る。粉状とは粉末状の爆薬を指し、ニトログリセリン20%以下のぼろぼろとした状態のもので、ニトログリセリンをふくまないさらさらとした粉末のものとの2種類がある。固形とは爆薬を圧さくまたは溶融して一定の形状に固めたものであるが、一般には使用されていない。爆薬の状態は運搬、装填（爆薬を爆破孔につめること）に関係する因子である。

1.1.2 仮 比 重

単位容積に入れる爆薬の重量である。すなわち薬量を薬包体積で割った値で、膠質系は比重が高く粉状系は比重が低い。一般に比重の高い爆薬の方が爆発威力は大きい。比重は装填に関係する因子である。

1.1.3 耐 湿 性

ほとんどの爆薬には硝安（硝酸アンモン）が混合されている。硝安は他の爆発成分に比較して感度（後述）が低いので危険性は少なく取扱い上便利であり、しかも安価で経済的であるが、吸湿する欠点がある。したがって一般に、比較的硝安の含有量の少ない膠質系爆薬は吸湿性が小さいが、硝安の多い粉状系爆薬は吸湿性が大きい。

爆薬は吸湿すると性能が低下し、不発（爆発しないこと）、残留（爆薬が完全に爆発せず、せん孔内に一部爆薬が残ること）を起こす原因となる。爆薬はパラフィン紙で包装されているが、湿気、水分には特に注意する必要がある。

1.1.4 耐 水 性

水中、湧水箇所には爆薬を装填すると、吸水して性能が低下するばかりでなく、残留、不発を起こす。表-1.2は新桐を裸薬にして水中に入れた場合の性能低下を示したものである²⁾。特に粉状は耐水性がないから、ポリエチレン袋、金属管などの包装によりこの欠点を補う必要がある。

表-1.2 水中に入れた新桐ダイナマイトの性能低下

項 目	水漬時間					
	0	6	24	48	72	96
猛度比率(%)	100	90	90	—	85	—
殉爆距離の比率(%)	100	100	90	60	20	0

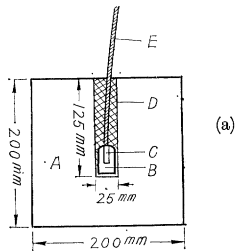
1.1.5 爆 力

爆薬を選定する場合には、その爆発威力（爆力）が問題となる。爆力は、発生する多量の高圧高温ガスが膨張して外部に仕事をするいわゆる仕事効果と、爆薬がエネ

ルギーを短時間に解放するため相手に破壊または圧壊を与える動的作用すなわち破壊効果によって表わされる。前者の試験方法は鉛铸試験，弾道振子試験，後者の試験方法は爆速試験，猛度試験である³⁾。

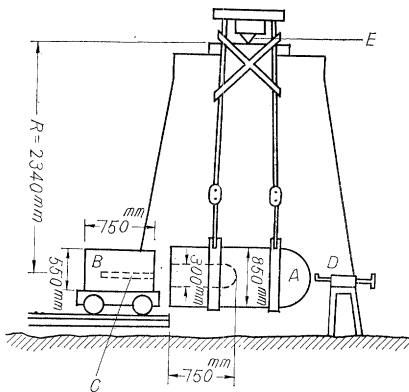
a) 鉛铸試験 (トラウツル試験) 試験爆薬 10g を径 24.5 mm の円柱状に成形し錫箔に包んで 図-1.1 (a) のように装着する。爆発させると 図-1.1 (b) のように鉛が変形するから，爆発によって拡げられた円孔に水を注いでその水量から拡大量を測定する。

図-1.1 鉛铸試験法



b) 弾道振子試験 図-1.2 のように試験爆薬 100g と 6号雷管を砲孔内に装着し，込め物として粘土と砂との混合物 1kg を用いて填塞する。白砲を振子の端より 5 cm の位着で爆発させる。生成ガスと込め物が振子の空洞内に突入し，そのため振子は後方に振れる。この振れを滑り尺で測定する。

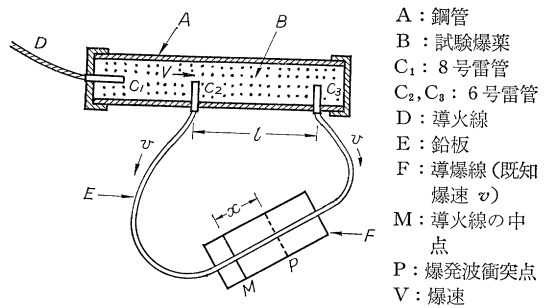
図-1.2 弾動振子



- A : 振子 (5000 kg) 振れ半径 2340 mm
- B : 白砲
- C : 砲孔 (径 55 mm, 長さ 550 mm)
- D : 滑り尺 E : 支点

c) 爆速試験 (ドートリッシュ法) 図-1.3 のように試験爆薬 B をすき間なく鋼管につめて 8号雷管 C₁ により B を爆発させる。爆発波は爆薬中を伝わり 6号雷管 C₂ を経て導爆線 (爆速既知) に分岐して進む。一方 6号雷管 C₃ に爆発波が到達すれば C₃ を経て E に分岐して進む。C₂, C₃ より導爆線を進んだ爆発波は P 点で衝突して鉛板上に刻印を残す。試験爆薬の爆速を V m/sec,

図-1.3 ドートリッシュの爆速測定法



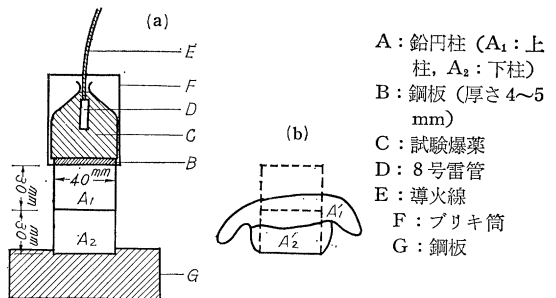
- A : 鋼管
- B : 試験爆薬
- C₁, C₂, C₃ : 8号雷管
- D : 導爆線
- E : 鉛板
- F : 導爆線 (既知爆速 v)
- M : 導爆線の midpoint
- P : 爆発波衝突点
- V : 爆速

導爆線の爆速を v m/sec とすると $V = vl/2x$ によって爆速は算出される。

d) 猛度試験 猛度の測定には適当な方法がないが普通，つぎに示すような試験方法がとられている。

① ヘス試験 (鉛柱圧潰試験) : 試験爆薬 50g を 図-1.4 (a) のように装置して爆発させると鉛柱は 図-1.4 (b) のように変形，圧縮される。上鉛柱，下鉛柱の圧縮量を測定して猛度とする。

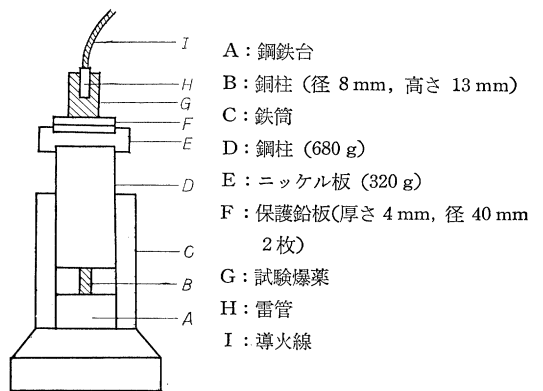
図-1.4 ヘス猛度試験法



- A : 鉛柱 (A₁ : 上柱, A₂ : 下柱)
- B : 鋼板 (厚さ 4~5 mm)
- C : 試験爆薬
- D : 8号雷管
- E : 導火線
- F : プリキ筒
- G : 鋼板

② カスト試験 (銅柱圧縮試験) : 試験爆薬 15g を径 21 mm の円柱状に成形し， 図-1.5 のような装置で爆発させると銅柱は圧縮するから，この圧縮量を測定する。あらかじめ銅柱には既知の水圧をかけて圧縮量を求め，圧と縮み量との対照表を作っておいて，その表よりただちに圧を読みとる。

図-1.5 カスト猛度試験機



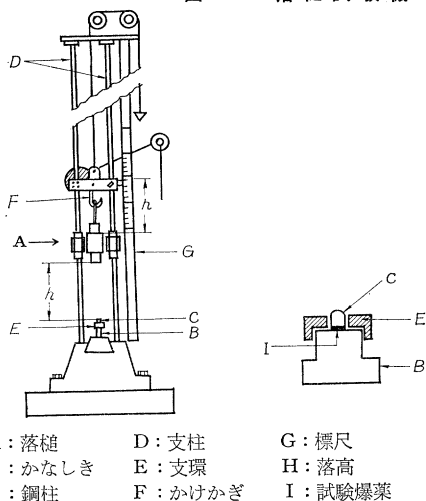
- A : 鋼鉄台
- B : 銅柱 (径 8 mm, 高さ 13 mm)
- C : 鉄筒
- D : 銅柱 (680 g)
- E : ニッケル板 (320 g)
- F : 保護鉛板 (厚さ 4 mm, 径 40 mm 2枚)
- G : 試験爆薬
- H : 雷管
- I : 導火線

1.1.6 感 度

爆薬を爆発させるためには、外から何らかのエネルギーすなわち熱、衝撃、摩擦、焰、電気火花などを与えなければならない。たとえば、雷管による起爆がこれに当たる。爆薬の種類によって、わずかのエネルギーで爆発するものもあれば相当大きなエネルギーを必要とするものもある。このような爆発のしやすさを感度という。感度はその爆薬の危険性を表わし、爆薬の取扱い上重要な因子である。試験方法はつぎのようなものである。

a) 不爆点の測定 爆薬の衝撃に対する感度を測定する方法で、図-1.6のような落槌試験機が使用される。試験爆薬 0.05~0.1g をかなしきと鋼柱の間にはさみ、鋼柱の上に 5kg のハンマーを落下させて、衝撃による試験爆薬の爆発の限度を測定する。同じハンマーの高さで 10 回くり返して実験を行ない、100% 爆発する最低の高さを完爆点、0% の最高の高さを不爆点、爆発の率が 50% のときの高さを臨界爆点という。普通、不爆点でもって衝撃感度を表わしている。

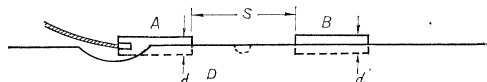
図-1.6 落槌試験機



- A: 落槌 D: 支柱 G: 標尺
 B: かなしき E: 支環 H: 落高
 C: 鋼柱 F: かけかぎ I: 試験爆薬

b) 殉爆度の測定 爆薬が他の爆薬の爆発に感応して爆発する現象を殉爆といい、保安上、実用上重要な性質である。試験方法としては図-1.7のように第1薬包Aを雷管により爆発させ、第2薬包Bがこれに感応して殉爆する最大距離(殉爆距離)Sを求める方法がとられている。このSを薬径dで割った数nすなわち $n=S/d$ を殉爆度という。

図-1.7 砂上殉爆試験法



- A: 雷管付第一薬包 S: 殉爆距離 D: 砂床
 B: 第二薬包 d: 薬包直径

1.1.7 後 ガ ス

爆薬が爆発すると多量のガスが発生する。この後ガスの大部分は水蒸気、窒素、酸素、炭酸ガスなど人体に無害のガスから成っているが、微量の一酸化炭素 CO および、窒素の酸化物(過酸化窒素 NO₂, 酸化窒素 NO 等)のような有毒ガスの発生をまぬがれない。このため一般に爆薬の組成は酸素を理論値より少し多くして(過剰酸素)有毒ガスの発生を極力妨ぐようにしてある。しかし通気の悪い箇所、多量の爆薬を使用する場合、爆薬の吸湿、填塞不十分などの場合には注意する必要がある。なお有毒ガスの人体に対する影響を表-1.3に掲げた⁴⁾。

表-1.3 有毒ガスの人体に対する影響

ガス	項目	ガスの状態	即死 (%)	重症 (%)	忍限度* (%)	症 状
CO		無色、無臭	0.5	0.1	0.01	頭痛、吐気を催し、血液がおかされて死に至る。
		茶褐色、刺戟臭	0.05	0.01	0.0025	

* 忍限度(じよげんど)とは健康な男子が8時間、中程度の労働をして障害を起こさない有害物質の空気中の最大濃度をいう。

1.1.8

爆薬 1kg から爆発生成するガスの容積を標準状態(0°C, 1気圧)に換算したものを比容という。また爆薬が爆発反応を起こしたときに発生する熱量を爆発熱といい、その際にえられる最高温度を爆発温度という。単位容積内にある火薬量を装填密度 d または装填比重といい、CIの容積中に G kg の爆薬が存在すれば $d=G/C$ となる。

爆薬が爆発した場合、そのときの圧力(爆発圧力)を P, 温度を T, 比容を V とすれば $f=TPV/273$ となる。この f を火薬の力といってエネルギーを表わす。火薬の力、爆発熱、爆発温度、装填密度、比容等の一連の数値を火薬特数と呼び、爆薬の組成から計算によってこれらの火薬特数を求める。したがって爆力(1.1.5 参照)は計算によっても検討することができる。計算については山本祐徳著“一般火薬学”を参考にされたい⁵⁾。

1.2 爆 薬

1.2.1 爆薬メーカー

わが国で爆薬を製造している会社はつぎのとおりである(便宜上略称を〔 〕内に記し、以下略称を用いる)。

a) ダイナマイト・メーカー ニトログリセリンを主体として硝安、ニトロ化合物(TNT その他)を加えた爆薬を製造する会社……日本化薬KK〔日化〕、日本油脂KK〔日油〕、旭化成KK〔旭〕。

b) カーリット・メーカー 過塩素酸アンモンを主体として硝安、ニトロ化合物、珪素鉄を加えた爆薬を製造する会社……日本カーリットKK〔日カ〕、昭和火薬KK〔昭火〕。

c) その他の硝安系爆薬メーカー 硝安を主体として TNT, RDX (ヘキゾゲン) などを加えた爆薬を製造

する会社………中国化薬KK〔中化〕、北洋火薬KK〔北洋〕、由良染料KK〔由染〕。

爆薬を使用する場合これらのメーカーに相談して、各種資料を入手することが好ましい*。

1.2.2 爆薬の選定

爆破を行なう場合には適当な爆薬を選ばねばならない。

第一に爆発力に関する選定基準としては、まず目的とする破壊力をうるために爆薬の爆発威力を調査することである。それには鉛埵試験、弾道振子試験、爆速試験、猛度試験などによる実験値を基にし、計算による値すなわち火薬特数（比容、爆発熱、爆発温度、火薬力など）を参考にして検討する必要がある。爆発威力の大きい爆薬が必ずしも最適とは限らず、使用場所の岩石が硬軟粗密など、いずれの性質であるかによって決定されるものである。つぎに岩盤付近の状態すなわち水孔・湧水の有無、湿気も考慮に入れて使用場所に応じた性質の爆薬を選ばなければならない。さらに、せん孔した爆破孔の条件によって膠質系爆薬を使用するか、粉状系爆薬にするか、あるいは高比重、低比重のいずれの爆薬にするかを決定しなければならない。

第二には安全性が問題となる。すなわち爆薬使用時（爆薬に雷管を取りつける場合、せん孔に装薬する場合など）を初めとして運搬、貯蔵など取扱いの条件によって、爆薬の危険性を考慮した選定が必要とされる。すなわち不爆点、殉爆度などの感度試験の成績を念頭に入れておかねばならない。また、保安上の見地から後ガスに注意すべきことはもちろんである。

その他、適当な爆薬の選択には四囲の状況、経済性を考慮すべきことはいうまでもない。

各種の爆破法に適した爆薬の選定基準については1.2.3以降で述べる。

以上のことを考慮して上記各社の爆薬の組成、性質、性能などを本稿の終り付表—1～5に示した。なお、昭和37年11月1日より各社は製品名の統一を計ったので旧名を（ ）にいった。また、統一された同一名の爆薬でもメーカーによって性能などがやや異なっているものがあるので、重複する点もあるが掲げておく。

1.2.3 トンネル掘削用（坑内用）爆薬

トンネル掘削用爆薬に共通する特徴は耐水性の良好なこと、比重の高いこと、爆発威力の強いこと、後ガスのよいことである。普通は桐系のダイナマイトがよく使用されるが、トンネルが深い場合、通気の悪い場所では特に後ガスに注意する必要があるので、後ガスに良好な「えのき」系のものが用いられる。3m以上の長孔発破

を行なう場合は、装薬が孔内深部に集中することを避けるため、低比重、膠質系ダイナマイト（LD ひのき、新竹、新藤）を使用して薬包長を長くする。カーリットでは普通紫系のものが使用されるが、通気の悪い場所ではかば系、あい系のものを使用する。硝安系爆薬は安価ではあるが、通気の悪い所では適当でない。各社のトンネル掘削用爆薬をつぎに示す。（ ）は旧名である。

〔日化〕 特桐、桐、新桐、2号桐（2号新桐）、3号桐（藤）、えのき（樫）、2号えのき（新樫）、新藤

〔旭〕 特桐、桐、新桐、2号桐（2号新桐）、3号桐（3号新桐）、えのき（ひのき）、2号えのき（3号ひのき）、LD ひのき

〔日油〕 特桐、桐、新桐、2号桐（1号竹）、3号桐（3号竹）、えのき（けやき）、2号えのき（改良3号竹）、新竹

〔日カ〕 紫、特紫、かば（特樺）、あい（新特藍、3号特藍）、青

〔昭火〕 紫、紫1号、かば1号、かば2号、あい2号

〔中化〕 コーズマイト 12号

〔北洋〕 鹿アンモナール

〔由染〕 新梨アンモン爆薬

1.2.4 明り掘削用（坑外用）爆薬

明り掘削用爆薬としては比重は低いものでよい。爆速猛度は大きい方が好ましいが自由面が染にとれるから、爆力が少々弱くても爆破効果は低下しない。水孔、湧水のある場合のほかは耐水性はなくてもよい。坑外で使用するから後ガスについて考慮する必要はない。ダイナマイトでは普通桂系のものが、岩盤の条件によって桐系のもので使用される。カーリットでは黒系のものが主として使われる。硝安系爆薬は硬岩でない場合にはコストの点からみて好都合である。各社の製品をつぎに示す。

〔日化〕 新桂、新桐、2号桐、3号桐、ぼたん爆薬

〔旭〕 新桂、新桐、2号桐、3号桐、あかつき爆薬

〔日油〕 1号桂、新桐、2号桐、3号桐

〔日カ〕 黒、黒A 〔昭火〕 黒、黒2号

〔北洋〕 牛アンモナール

〔中化〕 コーズマイト 3号、4号

〔由染〕 新柿アンモン爆薬、新桃アンモン爆薬

なお、最近ベンチカット工法が盛んに使用されるようになったので、これに関する爆薬については次項で改めて述べる。

1.2.5 ベンチカット用爆薬

ベンチカットは10mあるいはそれ以上の長孔となる場合が多いから爆薬は長装薬となる。このとき孔径が小さいと途中で爆力が低下する。これは爆薬の薬径の太いものほど爆力が大きいという爆薬の性質に原因するものである（薬径効果）。それゆえ小孔径の場合は殉爆性をよ

* 各社の所在地など詳細については日本産業火薬協会（東京都中央区日本橋通6、群馬ビル）に照会のこと。

くするため爆速、猛度の大きいものを選ぶ必要がある。しかし一般にベンチカットは2~4in 径のクローラードリルを使用しているの、上に述べたような考慮は払わなくてもよいが、岩質・断層の有無によって Deck charge (爆薬と爆薬の間に填塞物を入れる装薬法) の場合には高比重、Column charge (普通の装薬法で最後に填塞物を入れる) の場合には低比重の爆薬をそれぞれ用いる。装薬孔の悪い(いわゆる荒孔)ときは耐水性のもの、場合によっては粒状に成形したものを使用する。坑内ベンチカットの場合は後ガスが良好でなければならない。

〔日化〕新桂, 新藤, ぼたん爆薬 〔旭〕新桂, あかつき爆薬 〔日油〕1号桂, にれ 〔日カ〕黒, 5号黒 〔昭火〕黒, 黒2号 〔中化〕コーズマイト3号, 4号

1.2.6 坑道発破用(大発破用)爆薬

坑道発破は一つの薬室に爆薬 200 kg 以上を装薬して行なう爆破であって、一発破の爆薬使用量が相当多量にのぼるから、爆薬としてはまず値段が安いことが必要である。しかしこの発破では集中効果やその他の効果が期待されるので、爆薬自体は特に高性能である必要はないが、装薬後爆破までに埋め戻し、その他で日数を要するから、爆薬は耐湿、耐水性であることが望まれる。もし爆薬が吸湿性であるときは包装を完全にしてこれを補う方法をとる。多量の爆薬を一時に取扱う点で危険性が大きく、安全性の高いものが必要である。後ガスを考慮する必要はない。以上の点より、爆薬は粉状で低猛度、低爆速、低比重のものが使われる。

〔日化〕新桂 〔旭〕大発破用爆薬 〔日油〕大発破アンモン爆薬 〔日カ〕大発破用(黒T)カーリット 〔昭火〕大発破用(黒3号)カーリット 〔中化〕コーズマイト 31号

1.2.7 水中発破用爆薬

水中で爆破を行なうため爆薬はすぐれた耐水性を持つことが最も重要である。その他、威力の大きいこと、耐圧性が良好であることも必要である。ダイナマイトとしては松および桜が使用されていたが、松は高価であるため現在では桜が使用されることが多い。このほかコーズマイト 21号がある。高度の耐水性が要求される場合あるいは上記以外の爆薬を使用する場合は、ビニール袋、プラスチック容器、金属管などの包装でもって耐水性を補うようにしている。

〔日化〕〔旭〕〔日油〕松, 桜
〔中化〕コーズマイト 21号

1.2.8 ANFO 爆薬

ANFO 爆薬はアメリカ、カナダ、スウェーデンなどにおいて盛んに使用されるようになった爆薬で、硝安燃料油爆薬 Ammonium Nitrate Fuel Oil Explosive の

略称である。これは粒状硝安 94.5% と3号軽油 5.5% の混合物であって、表-1.4 に示すように雷管だけでは起爆せず伝爆薬* を必要とするばかりでなく、爆発したときの威力はダイナマイトはじめ他の爆薬に比較して弱い。また薬径効果(1.2.5 参照)が悪く2インチ(50mm)以下のせん孔では爆発しにくい。その上硝安が大部分であるから耐水性は全くなく、後ガスとして NO₂ の発生が多い。それにもかかわらず世界各国で使用されている理由は、硝安と燃料油さえあれば現場で手軽に混合できるので、他の爆薬にくらべコストが非常に安いことによる。軟岩でしかも湧水、水孔のない坑外の使用については適当と思われるが、取扱いの手軽さからかえって危険を招くおそれもあり、ドイツ、フランスなどでは ANFO の使用を禁止している。わが国においても現在のところ使用は禁止されているが、ANFO 使用の良否についての検討は、今後に残された問題であると考えられる。

表-1.4 ANFO 爆薬とダイナマイトの比較⁵⁾

比較項目	爆薬		ストレート・ダイナマイト
	ANFO 爆薬		
組成 (%)	粒状硝安 94.5 燃料油 5.5		ニトログリセリン 60 チリ硝石 24 木粉その他 16
状態	粉状		粉状
仮比重 (g/cc)	0.82		1.32
伝爆薬 (g)	40		なし
開放、限界薬径 (in)	4*		<1
爆速 {開放 密閉} (m/sec)	2770 (5" 径) 3930 (" 径)		5800 (1 1/4" 径)
爆轟圧 {開放 密閉} (10 ³ 気圧)	13.5 (5" 径) 373.5 (" 径)		54 (1 1/4" 径)
衝撃感度 (kcal)	300		0.1~0.2
有毒ガス量	許容限界外		許容限界内

* 最近では 2 in で爆発するという報告がある。

1.2.9 その他の爆薬

以上に述べたほか、小割用爆薬、耐高熱用爆薬、スラリー爆薬、最近筆者らが開発した KSW 爆薬などがあるが紙面の都合上割愛する。

参考文献

- 1) 日本産業火薬協会調査資料
- 2) 日本化薬KK編：発破の手引
- 3) 山本祐徳：一般火薬学、一橋書房
- 4) 北川徹三：最近の化学工学、安全工学、1956
- 5) 伊藤一郎：未発表 (International Symposium of Mining Research, 1961 よりの要約)

(文責 若園吉一)

* 伝爆薬 (ブースター Booster) とは爆薬が大容積の場合、雷管だけで起爆しにくい場合などに完全に起爆させるために用いる爆薬であって、伝爆薬の起爆は雷管で行なう。

今月より8回にわたり実用講座“爆破”を連載いたします。執筆には 若園・佐藤の両氏があたりますのでご期待下さい。 【編集部】

付表-1 日本油脂の爆薬

会社名		日本油脂														
品 種		松ダイナ マイト	桜	特 桐	桐	新 桐	2号桐 (1号竹)	3号桐 (3号竹)	えのき (けやき)	2号 えのき (改 3号竹)	新 竹	に れ	1号桂	新アン モン (強力ア ンモン) 爆薬	大発破 アンモン 爆薬	
組	ニトログリセリン ゲル	92~93	49~53	49~53	34~39	29~33	20~29	16~20	28~33	24~32	25~29	14~18	10~15	5~6	5~6	
成	硝安(硝石 ニトロ化合物 木粉、澱粉)	7~8	8~11	4~8	5~9	4~10	10~20	10~20	15~20	5~15	3~13	8~12	8~17	10~20	13~26	
性	状	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	粉状	粉状	粉状
状	耐湿耐水性	耐水	耐水	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿大	吸湿大	吸湿大
	仮比重(g/cm ³)	1.66	1.53	1.45	1.44	1.42	1.49	1.49	1.48	1.48	1.10	1.36	0.80	1.00	1.00	1.00
	過剰酸素(g/100g)	+0.05	+2	+1.5	+1.5	+1.5	+1.5	+1.5	+1.0	+1.0	+1.0	+1.0	+2	+1	+1	+1
爆	鉛塊試験(cc)	600~650	320~360	450~500	430~480	420~440	400~450	400~450	400~450	380~400	400~450	410~450	390~420	430~450	430~450	
	弾道振子(mm)	96.1	73.2	89.8	86	84.2	84~88	82~86	83~87	80~85	82~86		80~84	83~87	84~86	
	爆速(m/sec)	7200 ~7500	5500 ~6000	7000 ~7500	6000 ~6,500	6500 ~7000	6500 ~6800	6000 ~6300	6500 ~6900	5500 ~6500	4800 ~5200	4500 ~5,000	4000 ~4500	4500 ~5000	4500 ~5000	
	ヘス猛度(mm)	24~26	16~18	21~23	20~22	20~22	20~22	19~21	20~22	20~21	21~23	17~19	14~16			15~17
感	不爆点(cm)	14~16	12~16	19~21	20~22	24~26	40~42	40~42	40~42	20~25	23~27	46~48	20~24	24~26	24~26	
	殉爆度(径の倍数)	6~8	5~7	6~8	5~7	4~6	5~7	5~7	4~6	5~6	8~12	3~5	6~8	7~10	8~10	
火 薬 特 数	比 容(l/kg)	710	560	820		870	850	840	840	850	850		900	850	900	
	爆発熱(kcal/kg)	1580	1150	1220		1060	1050	1040	1050	1100	1060		990	1140	1130	
	爆発温度(°C)	4470	3340	3420		2940	2950	2960	2990	2900	2970		2460	3110	3120	
	火薬力(l·kg/cm ²)	12770	7680	10560	9880	9700	9500	9400	9500	9400	9880	9800	9300	10010	10600	
用 途	水 中	水 坑 中 内	坑 内	坑 内 外	坑 内 外	坑 内 外	坑 内 外	坑 内 外	坑 内	坑 内	坑 内 外	ベンチカ ット、大 発破	坑 外	坑 外	大発破	

付表-2 旭化成の爆薬

会社名		旭 化 成													
品 種		松 ダイナ マイト	桜	特 桐	桐	新 桐	2号桐 (2号 新桐)	3号桐 (3号 新桐)	えのき (ひのき)	2号 えのき (3号 ひのき)	LD ひのき	新 桂	LD 新 桂	あかつき 爆薬	大発破用 爆薬
組	ニトログリセリン ゲル	92~96	50~54	49~54	34~39	29~34	24~26	21~24	29~34	22~26	22~24	7~12	7~12	5~6	5~7
成	硝安(硝酸ソーダ ニトロ化合物 木粉、澱粉)	3~7	8~11	4~8	5~9	4~10	5~11	5~11	4~6	4~7	2~3	5~8	5~8	3~5	3~6
性	状	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	粉状	粉状	粉状	粉状
状	耐湿耐水性	耐水	耐水	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿大	吸湿大
	仮比重(g/cm ³)	1.60	1.55	1.50	1.50	1.45	1.43	1.41	1.50	1.50	1.1	0.7	0.7	1.04	0.95
	過剰酸素(g/100g)	+1.1	+3.0	+1.4	+2.5	+2.2	+2.6	+2.3	+3.1	+3.0	+3.0	+2.6	+2.6		
爆	鉛塊試験(cc)	550~570	320~340	440~460	420~440	400~420	400~420	380~400	380~400	360~390	420~440	400~390	370~390	395~410	370~390
	弾道振子(mm)	90~95	70~75	85~90	85~90	80~85	80~85	80~84	83~86	80~85	83~86	74~78	74~78	80~82	
	爆速(m/sec)	7000 ~7500	6000 ~6500	7000 ~7500	6500 ~7000	6500 ~7000	6000 ~6500	5500 ~6500	6200 ~6500	5800 ~6300	4800 ~5300	4500 ~5500	4000 ~4300	4800 ~5300	4200 ~4500
	ヘス猛度(mm)														
感	不爆点(cm)	15~18	12~16	18~20	18~20	20~22	20~22	20~22	20~25	20~25	2~250	24~26	24~26	25~30	25~28
	殉爆度(径の倍数)	5~8	5~7	6~8	5~7	4~6	2~3	3~5	5~7	4~5	6~8	4~6	4~6	4~5	
火 薬 特 数	比 容(l/kg)	713	550	820	860	880	890	910	830	870		920	920		930
	爆発熱(kcal/kg)	1630	1150	1230	1090	1050	1010	980	1030	940		930	930		
	爆発温度(°C)	4200	3350	3110	2750	2610	2560	2470	2680	2450		2370	2370		
	火薬力(l·kg/cm ²)	12000	7550	10530	9870	9560	9540	9420	9280	9060	9900	9160	9160		9650
用 途	水 中	水 坑 中 内	坑 内	坑 内 外	坑 内 外	坑 内 外	坑 内 外	坑 内 外	坑 内	坑 内	坑 内	坑 外	坑 外	ベンチカ ット 坑 外	大発破

付表-3 日本化薬の爆薬

会社名		日本化薬											
項目	品種	松	桜	特桐	桐	新桐	2号桐	3号桐	えのき	2号えのき	新藤	新桂	ぼたん
		ダイナマイト					(2号新桐)	(藤)	(樫)	(新樫)			爆薬
組成	ニトログリセリンゲル	92~96	50~54	49~53	35~39	30~34	23~27	21~25	34~38	28~32	23~27	8~12	2~6
	硝安(硝酸ソーダ)		(36~40)	40~48	52~60	54~62	62~70	63~67	52~60	54~62	58~62	75~79	76~80
性状	ニトロ化合物					0~4	5~9	6~10		2~6	8~12	3~7	14~18
	木粉・澱粉	0~8	8~12	3~7	5~9	6~10	0~4	0~4	6~10	6~10	7~11	6~10	1~5
状態	状態	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	膠質	粉状	粉状
	耐湿耐水性	耐水	耐水	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿	吸湿大	吸湿大
爆力	鉛塊試験(cc)	600~650	290~310	410~430	380~400	370~390	370~390	360~380	370~390	370~390	360~380	360~380	410~430
	弾道振子(mm)	95	68~72	87~91	83~87	81~85	81~85	77~82	80~85	80~85	80~85	74~78	80~85
	爆速(m/sec)	7000	5500	7000	6500	6500	6000	4500	6500	5500	5000	4500	5000
	ヘス猛度(mm)	~7500	~6500	~8000	~7500	~7500	~7000	~5500	~7000	~6500	~5400	~5500	~5500
	ハイド猛度(mm)	24~26	15~16	20~21	19~20	18.5~19.5	17~18	15~16	18.5~19.5	17~18	16~17	14~15	16~18
感度	不爆点(cm)	14~16	10~13	15~18	16~20	16~20	16~20	20~25	16~20	16~20	25~30	16~20	18~19
	不殉爆度(径の倍数)	6~8	4~6	5~7	5~7	4~6	3~4	2~4	4~6	3~4	8~10	8~10	5~6
火薬特数	比容(l/kg)	710	540	830		870							
	爆発熱(kcal/kg)	1580	1170	1400		1230							
	爆発温度(°C)	4500	3400	3600		3100							
	火薬力(l·kg/cm²)	12700	6900	11000		10300							
用途	水中	水中	坑内	坑内外	坑内外	坑内外	坑内外	坑内外	坑内	坑内	ベンチカット	大発破	ベンチカット

付表-4 日本カーリット

会社名		日本カーリット								
項目	品種	黒	5号黒	黒L	紫	特紫	かば	あい	大発破用	
		カーリット					(特樺)	(新特藍2号特藍)	(黒T)	
組成	過塩素酸アンモン	72~77	73~79	68~74	81~86	83~88	47~51	33~38	60~72	
	硝安(硝酸ソーダ)						(33~38)	51~55	(5~18)	
性状	ニトロ化合物						9~12	2~7		
	珪素鉄	14~19	4~16	8~13	8~13	4~10		3~7	7~17	
状態	木粉その他	6~13	6~21	15~26	5~12	4~7	3~10	2~5	10~22	
	状態	粉状	粉状	粉状	粉状	粉状	粉状	粉状	粉状	
爆力	耐湿耐水性	不吸水	不吸水	不吸水	不吸水	不吸水	不吸水	不吸水	不吸水	
	仮比重(g/cm³)	1.05	1.10	0.85	1.11	1.15	1.15	1.03	1.00	
感度	鉛塊試験(cc)	485	440	425	465	470	320	410	450	
	弾道振子(mm)	82	80	79	80	81	70	79	80	
	爆速(m/sec)	4600	4500	4200	4600	4800	4200	4000	4400	
	カスト猛度(kg/cm²)	2700	2650	2550	2650	2750	2350	2300	2700	
	ハイド猛度(atom)									
感度	不爆点(cm)	25	25	27	25	24	24	25	25	
	不殉爆度(径の倍数)	5.0	5.0	4.0	6.0	6.0	4.5	4.5	4.5	
火薬特数	比容(l/kg)	620	630	790	650	700	600	800	680	
	爆発熱(kcal/kg)	1360	1320	1020	1160	1060	910	1010	1180	
	爆発温度(°C)	4340	4210	3270	3840	3540	3040	3070	3650	
	火薬力(l·kg/cm²)	10860	10720	10520	10080	10140	7520	10130	10090	
用途		坑外	坑外	坑外	坑内	坑内	坑内	坑内	大発破	

付表-5 中国化薬, 北洋化薬, 由良染料の爆薬

会社名		中国化薬						北洋化薬		由良染料		
項目	品種	コーズマイト						アンモナル		アンモン爆薬		
		2号	3号	4号	12号	21号	31号	牛	鹿	新柿	新桃	新梨
組成	TNT	20~30	45~55	25~40	6~15	56~64	5~20	6~8	4~7	18~22	18~22	6~10
	RDX		12~20	5~10	11~20	10~33	11~17					
	硝酸ソーダ	50~65	25~35	45~65	35~60		70~90	79~82	85~89	75~79	70~74	82~86
	アルミニウム	8~15			8~30							
性状	状態	粉状	粉状	粉状	粉状	固形	粉状	粉状	粉状	粉状	粉状	粉状
	耐水耐湿性	吸湿大	吸湿	吸湿大	吸湿大	耐水	吸湿大	吸湿大	吸湿大	吸湿大	吸湿大	吸湿大
爆力	鉛塊試験(cc)	420	400	410	380			380~400	400~420	380~420	430~460	390~420
	弾道振子(mm)							77~80				
	爆速(m/sec)	5100 ~5200	5400 ~5500	5200 ~5300	5000 ~5100	5600 ~5700	4800 ~4900	4400 ~4600	5000 ~5200	4000 ~4200	4600 ~4800	4300 ~4500
	ヘス猛度(mm)	19.7	17.6					14.5~15.0	17~19	15~16	17.0	16~17
感度	不爆点(cm)	26	22	26	28		30	31	30	>30	>30	>30
	殉爆度(径の倍数)	4~5	5~6	4~5	5~6	2~3	2~3	3~4	3~4	3.5~4.0	5.0~5.5	4.0~4.5
火薬特徴	比容(l/kg)	850	880	900	800		840	920	800			
	爆発熱(kcal/kg)	1150	950	1020	1110		780	1210	1480			
	爆発温度(°C)	3330	3140	3030	3170		3230	2700	3260			
	火薬力(l·kg/cm²)	11600	11300	11200	10400		10300	10000	10800			
用途	坑外	坑外	坑外	坑内	水中	大発破	坑外	坑内	坑外	坑外	坑内	

昭和火薬の爆薬

青	昭和火薬									
	黒	黒2号	新黒	紫	紫1号	かぼ1号	かぼ2号	あい2号	大発破用 (黒3号)	1号アンモン
8~12 (6~9) 64~69	73~77	70~74	68~72	82~86	82~86	47~51 (33~37)	44~48 (32~36)	28~32 50~54	63~67	83~87
8~11		2~4	26~30		1~4	8~12	7~11	13~17	18~22	5~9
4~7	14~18	14~18		8~12	4~10				8~12	4~8
1~6	5~13	7~13	2~6	3~9	4~8	3~9	8~14	2~5	3~9	2~6
粉状 吸湿大	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性	粉状 不吸湿性
1.00	1.06	1.06	1.15	1.10	1.12	1.15	1.11	1.05	1.08	1.00
380	490	490	500	470	480	320	340	380	470	400
78	82	82	86	80	82	70	73	78	84	80
4200	4400	4700	5300	4400	4600	4000	4500	4300	4700	4100
2350										
	79500	86900	105000	77800	86100	66900	74100	71200	89300	67000
24	25	20	20	25	20	25	23	26	27	20
45	5	6	8	6	6	4	4	6	4	4
790	580	620	749	630	670	580	580	850	690	880
1060	1630	1540	1190	1260	1200	1030	1070	890	1410	1090
3100	4780	4600	3770	3910	3930	3360	3460	2680	4540	2880
10024	11090	11480	11840	10050	11430	8070	8270	9500	11780	10450
坑外	坑外	坑外	坑外	坑内	坑内	坑内	坑内	坑内	大発破	坑内