

大發破に就て*

會員 野原 彝 夫**

採鐵、採石、土木工事の際普通行はれる發破には直徑 20~35 mm の爆藥包が用ひられ、稀に 40~50 mm の藥包が用ひられる。又之を裝填する穿孔の直徑は之に準じ、其の深さは 1~2 m にして 3~4 m を越えることは少い。然るに大發破に於ては 220 mm 立方の正方形藥包を坑道内に裝填し、其の藥量は數噸にも及び、坑道の奥行は 10 m 位を普通とし、20 m に達することもある。此等坑道の 1 個又は數個を齊發する。或は直徑 100~150 mm の爆藥包を深さ 15~30 m の穿孔内に多量裝填し多數の此等穿孔を齊發する。共に一時に幾萬又は幾十萬噸の採鐵採石を行ふ。此の大仕掛の爆發を大發破と名ける。從て之は鑿井式と坑道式とに區分される。

鑿井機(ボーリング機)にて斷崖の上、崖の壁面より 4 m 位引込みたる處に直徑 120 mm 位、深さ 15~30 m の穿孔を作り 7~9 m 間隔にて次の穿孔を作る。斯の如く崖の壁面に沿ひ 4 m 位引込みたる處に穿孔を幾本となく作る。此の作業が終れば直徑 100 mm の爆藥包 1 個に導爆線を縛りつけ、藥包を重りとなし導爆線を穿孔底部迄入れる。更に藥包を所要量丈け孔内に投入する。次に込物たる土砂を孔内に填め突き固める。此の突き固めには長さ 1.5~2 m の丸太に麻繩を縛りつけたものを使用する。多くの孔口より出て居る導爆線は他の 1 本の導爆線に縛りつける。之を幹線と呼び、穿孔よりの導爆線を支線と云ふ。其の幹線の一端に雷管を取付け導爆線を起爆すれば凡ての導爆線は 1 秒時に付き約 6000 m の速さで爆發し、之と接觸する凡ての爆藥包は一時に起爆され、鑿井式大發破が行はれる。此の穿孔の直徑は現時に於ては 350 mm のものが最大である。

裝藥量は採石量に比例して決定する。

此の大發破の長所とする處は落石の大きさが比較的小さく、凡て其の大きさが一樣に揃ふこと、落石の飛散の程度を調節することが容易なる點等である。然るに鑿井機は 1 箇所の穿孔を終れば次の穿孔を行ふ爲め自力によつて移行し、發破の際には安全地帯に移行することが必要である。從て崖の上は廣い平地なることが必要となる。然しながら我國の如く急峻な山地の多い處では此の條件に適する處は少く、唯だ 1 箇所だけ繼續的に石灰石の採石を行つて居る。但し或處では崖の上が水平でなく傾斜して居つても岩質が堅硬でなく軟質の土丹岩なるを以て上總掘式によつて穿孔することとし、崖の上、崖の端に 2 本の丸太を立て、其の上端を繩で縛り合せ其の繩に滑車を縛りつけ、此の滑車に 1 本の繩を通し其の一端に直徑 50 mm 長さ 1.5 m 位の鋼鐵棒を縛りつけて吊す。棒の尖端には刃をつけ、穿孔用とする。更に繩の他の端には 1~2 本の繩を追加し、更に此等繩の端には 4~5 本宛の繩をつけ女人夫が引張り又緩める用に供す。

丸太の上部を縛り合せた點に 2 本の長い繩を縛りつけ、其の 1 本は崖の上背後の木杭に縛りつけ他の 1 本を崖の下、崖の前方の木杭に縛りつけ、丸太がグラグラ動かぬ様に用意する。此の様に準備し、上總掘式で直徑 70~80 mm 深さ 15 m 位の穿孔 8~10 本を作り鑿井式大發破を施工して好結果を収めた箇所も數箇所ある。

坑道式大發破を行ふ爲めには斷崖の底部に於て崖面に直角に坑道を掘進する。其の大きさは高

* 磐城炭礦に於ける講演

** 關東電氣興業株式會社研究部長

さ 90 cm, 幅 75 cm 位で, 人が樂に這ひ歩き出来る程度とする。奥行は 10~20 m に止め, 左右へ直角に掘進し, 各々 5~10 m で仕上げとする。此の坑道の奥に 220 mm 立方の爆薬包を平らに並べる。其の上に導爆線を這はせ其の一端は坑道の外に導く。薬包の上には更に二段薬包を積み重ね, 其の上部に別の導爆線を這はせ其の一端を他の薬室にある薬包の同じ位置にもつて来る。薬包を前記合計三段の上に更に一段積み重ねて装薬を終るもので此等薬包は濡れぬやう, 且つ, 温氣ぬやう油紙又は油布で保護する。若し坑内に湧水のある時は薬室の處は割栗石で敷きつめ, 竹筒等で排水工事を行ふ。割栗石の上には板を置き其の上に薬包を並べ防水する。他の薬室も同様装薬し此處からも 1 本の導爆線は坑外に導く。此等導爆線は坑道内を 2 本宛通過することとなるを以て互に近接せぬ様, 即ち坑道内反對側に位置せしめ 1 本が起爆する時他の導爆線を傷けぬ様注意する。勿論其の布設中決して導爆線を傷めぬ様萬全の注意が必要である。此の様にすれば縦令導爆線の何れかの一點に故障があつても安全に爆破を遂行することが出来る。

装薬を終れば直に土砂を運び入れ衝き固め埋め戻しを行ふ。此の時坑道の天井の部分迄充分注意して土砂を充填することが大切である。

坑道は幾つでもよろしく, 坑外に引出した導爆線(支線)を他の幹線導爆線に縛りつけ, 幹線の一端に雷管を取付け, 之を起爆することは前述の通りである。

装薬量の算出は次の式による

$$L = C \cdot W^3$$

L は kg で示した装薬量, W は最小抵抗線の長さを m で示したもの, 即ち奥行であつて, C は抵抗係数と稱し, 石灰岩程度ならば 0.4 位, 花崗岩程度ならば 0.5 位である。

W は断崖の前面から薬室に至る距離で, 其の 3 乗なるを以て其の測定を誤る時は大過失を招來する故, 決して目測, 胸算用等によつてはならない。正しく測量することが必要である。又茲に注意すべきことは断崖の前面は垂直なることが理想である。是れ前面の下部張り出し 1 m でも 2 m でも W の長さが大となれば, 例へば 10 m の代りに 12 m となれば装薬量は 10 の 3 乗 1000 の代りに 12 の 3 乗 1700 となり 7 割丈け無用の爆薬を浪費することとなるからである。此の 2 m 丈け W が伸びても採石土坪は大して増加せず, 装薬量のみ徒らに増加するを以て之を浪費と云つても過言でないと思ふ。注意すべきことである。

装薬量適正なときは薬室にある爆薬は先づ断崖の底部の岩石を吹出し, 断崖の上部は爆發振動によつて崩れ落ち, 岩石を吹出された跡の空洞に落ち込むものらしく, 此等落ち石は 40 度位の傾斜で堆積して居る。若し装薬量を餘分に増加する時は岩石を噴出する程度が大となる。即ち C を 5 割増位となせば落石は廣く撒き散らされ跡片付けに有利となる。若し之を断崖の前方下部を埋立てる時, 鐵道の片切取工事の時に利用する時は此の利益思ひ半ばにすぐものがあらう。

装薬量が不足する時は崖は振蕩されるだけで落ちず, 龜裂の入つた岩石は再び爆破を行ふことも出来ず, 危険で近寄り難く手のつけられぬものである。故に装薬量は決して過小にしてはならない。

爆破すべき断崖の高さは坑道の奥行 W の 1.5~2 倍が適當である。若し之が過小ならば崖の上方へ岩石を吹上げる傾向を生じ, 採石量は少く爆破効果は小となり不利である。之に反し W が過大ならば崖の下部丈けを前方へ吹出し上部を崩壊せぬこともある。但し此等は硬岩の

場合に對する議論で、赤土、土丹岩の如き軟岩の場合に於ては崖の高さは IV の 5~7 倍でもよろしい。是れ崖の下部の土砂は吹き出され、上部の岩石は爆發振動によつて緩められ自重によつて新に生じた空洞へ陥落し崩壊するからである。

此の軟岩の爆破に爆薬カーリットを使用する時は爆破効果は大なるも、若しカーリット薬包に導爆線を縛りつけて置き爆速を 1 秒時に付き 6000 m に促進するときは崖の下部は吹き出されるも上部は崩壊しない。軟岩の爆破には爆速 1 秒時に付き 3000 m 位の爆薬が好適の様である。是れ爆速が大となれば衝撃力は大きとならうも推進力は減退して振蕩する様子が悪化するためであらう。

石灰石を爆破する際カーリットを使用すれば破片を大して細くせず薬室附近の穿孔内壁面が粉碎されず荒れぬが、然しダイナマイトの場合には破片は小となり爲に破片が遠方迄飛散する傾向がある。且つ穿孔の内壁面は粉碎され荒れるものである。是れダイナマイトの比重が著しく大きく、爆速はカーリットの約 2 倍もあり、衝撃力著しく發達し、推進力減退する結果であらう。

此の坑道式大發破に於ては鑿井式に比し IV が著しく大にして裝薬が一局部に偏在するを以て落石は大小不同なる傾向が多い。即ち薬室附近の岩石は粉碎され、其の次のものは粗碎され、薬室より遠き崖面近くの岩石は固有の龜裂面に従つて崩壊する傾向が多い。特に崖の上部の岩石は大塊の儘陥落するものもある。此の點は鑿井式に劣るが、此の式の大發破は山の形狀に頓着なく何處にも應用され、而も特殊な機械設備を必要とせぬ等の利點がある。

爆破の際石の破片が飛んで來ぬ安全地帯は次の如く決定する。即ち薬室より斷崖面に垂直線を畫き此の線の兩側水平面上に薬室を頂點とし 45 度の角度を有する 2 直線を畫く。此の互に直角なる 2 直線の挟む範圍内は岩石の飛散すべき危険區域で 2 直線の外側 2 方面は安全地帯である。