

ビ ッ ガ ー

構造及び取扱いと割岩方法について

HRB-1000



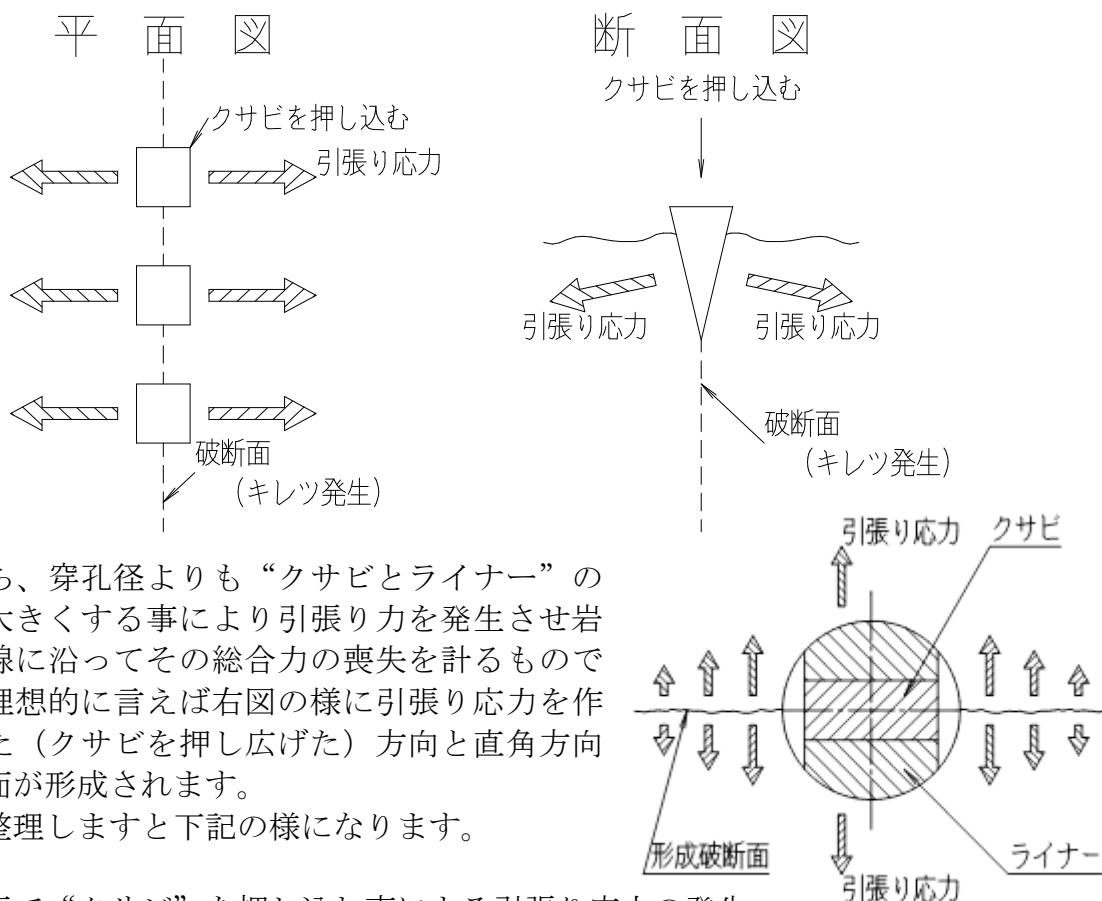
ヤマモトロックマシン株式会社

1、はじめに

従来、土木建設工事において岩盤の破碎は火薬または類似品による爆破、あるいは大型ブレイカーの打撃による破碎などが主流でしたが、近年無騒音、無振動、安全性が強く要望される様になり、作業が制約されるケースが多くなってきました。発破工法は施工性・経済性の面では非常に優れていますが、振動、騒音の面では使用する事が出来ない場合があります。その様な状況下で開発されたのが発破を使用しないで岩盤を破碎する無発破工法です。この工法で当社が開発した超大型油圧式割岩機“ビッグー：HRB-1000”を用いた工法は非爆性、無騒音、無振動工法で、作業性、経済性ともに優れた画期的なシステムで、20年来の実績があります。

2、割岩の理論

岩盤には必ず弱部が存在しており、それらは巨視的な面で言えば、肉眼で観察可能な節理（ジョイント）・割れ目（クラック）等であり、さらに肉眼で識別困難な程度のヘアークラックも存在しています。つまり、岩石の破壊過程とはそれら弱部の“顕著化→発達→構成単位間の総合力の喪失”といった過程になります。この場合には予め穿孔した孔に“クサビ”を油圧シリンダーで押し込み、弱線面の有する引張り強度を上回る引張り応力を弱線面に直角方向に加える事により、破断面を形成するものです。（下図参照）



すなわち、穿孔径よりも“クサビとライナー”の外径を大きくする事により引張り力を発生させ岩盤の弱線に沿ってその総合力の喪失を計るものであり、理想的に言えば右図の様に引張り応力を作用させた（クサビを押し広げた）方向と直角方向に破断面が形成されます。

前述を整理しますと下記のようになります。

a) 油圧で“クサビ”を押し込む事による引張り応力の発生



b) 歪み量の増大による構成単位の結合力の喪失



c) 割れ目（クラック）の発生（微視的段階）



d) 割れ目（クラック）の発達・顕著化（巨視的段階）

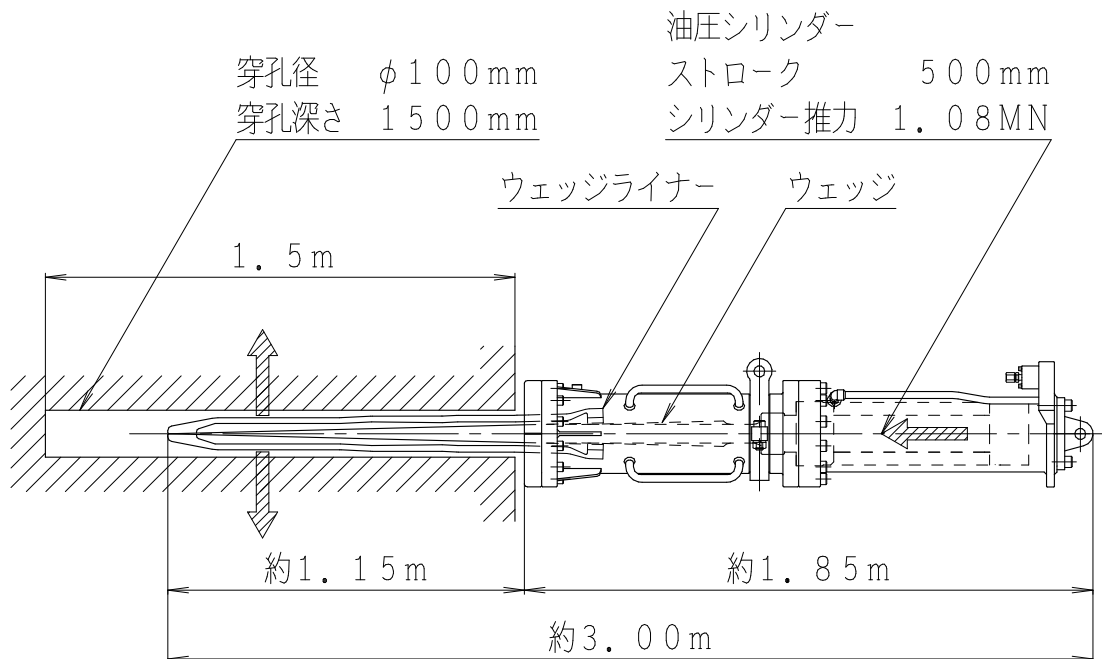


e) 割れ目（クラック）の連続化（巨視的段階）

となります。単純に考えれば、ある物質の引張り強度を上回る引張り応力場を形成すれば良い事になります。しかし、現実にはある物質にある応力を与えた場合に発生する応力場は単純でない事と、岩盤の不均質やある意味での不連続といった要素が絡み合い理論通りには挙動しませんが、岩盤は均一ではなく先天的に弱線を有するので、現実的にはそれ以上に破壊範囲は増加すると考えられます。

3、ビッガー（割岩機）の構造

下図の様にビッガーの構造は大きく分けると油圧シリンダー・ウエッジ・ウエッジライナー等で構成されています。油圧シリンダーにはMAX 34.3MPaの圧力をかけてウエッジをウエッジライナーに押し込みます。そうする事によってウエッジライナーが左右に広がり穿孔した孔を広げ割岩します。割岩幅は穿孔径の $\phi 100\text{mm}$ に対して最高 $\phi 135\text{mm}$ まで広げる事が出来ます。ただし、孔に入る“クサビ部”の外径は、先端部 $\phi 95\text{mm}$ 、中央部 $\phi 105\text{mm}$ 、根元部 $\phi 110\text{mm}$ となっており、3回で挿入する様になっています。



仕様は下記の様になります。

総重量	約650	kg
全長	約3,000	mm
ウエッジ外径	$\phi 95 \sim 110$	mm
ウエッジライナー長さ	約1,150	mm
使用圧力	34.3	MPa
割岩力	約22	MN
割岩幅	25	mm

4、ビッガー（割岩機）の割岩力

割岩力は下記のように求めます。

(1) 油圧シリンダーの推力Fを次のように求めます。

$$F = \frac{\pi \times D^2 \times P}{4} = 1.08 \text{ [MN]}$$

D：シリンダー径：0.2 [m]

P：油圧シリンダーの圧力：34.3 [MPa]

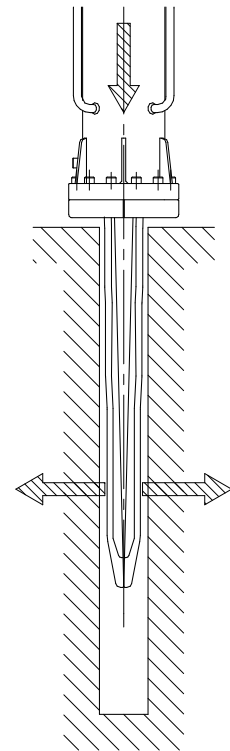
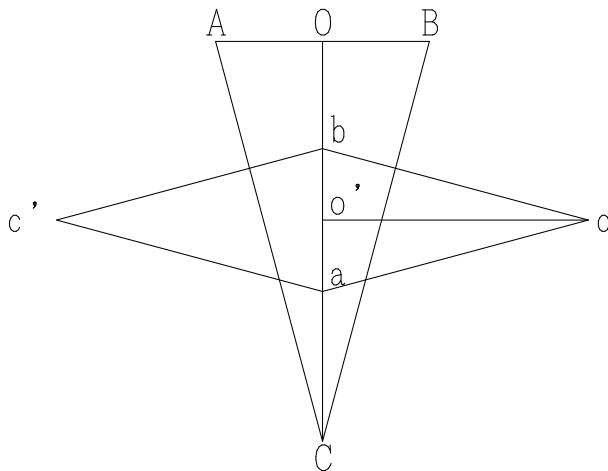
(2) 割岩力Nは下図の様に求めます。

推力：Fはabに相当し、bcとbc'の力に分解して考え、また、割岩力：Nはo'cに相当します。ここで、△ABCと△abcは相似なので、

$$\text{よって } \frac{OC}{AB} = \frac{o'c}{ab} \text{ より } o'c = ab \times \frac{OC}{AB} = F \times \frac{OC}{AB}$$

ここで、OC/AB=20.0なので

$o'c = 1.08 \times 20.0 = 21.6 \div 22 \text{ [MN]}$ となります。

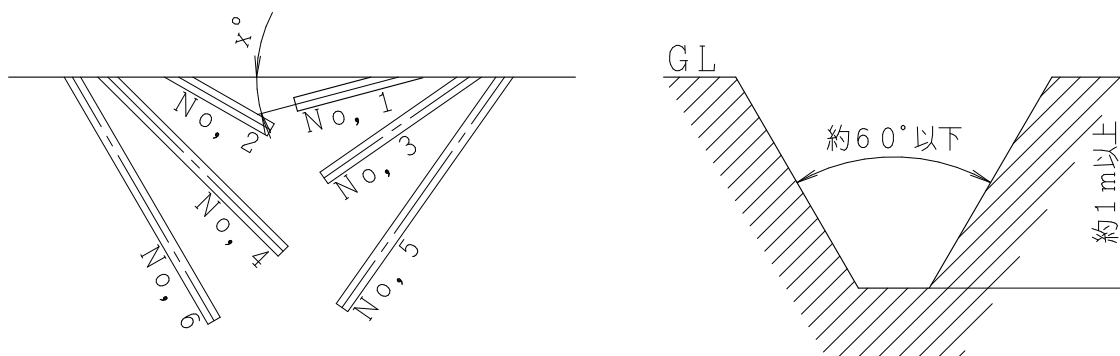


5、取扱い及び割岩方法について

(1) 自由面の確保について

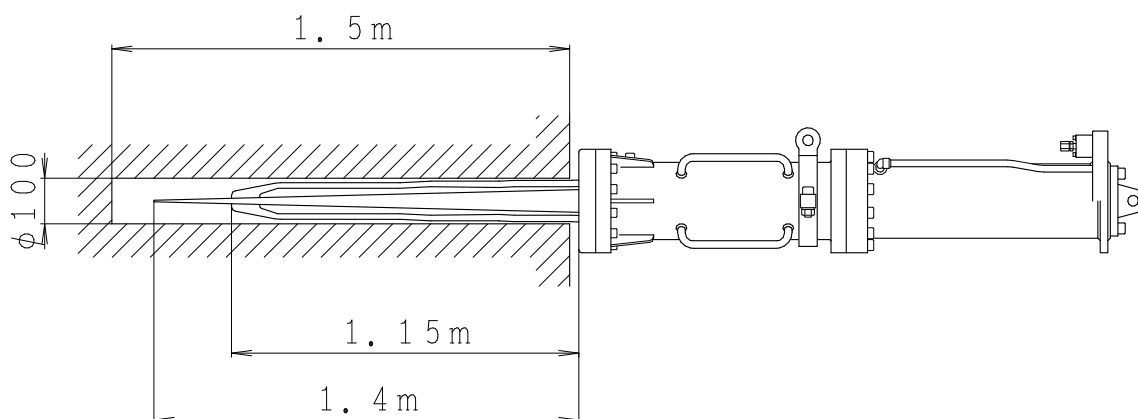
ビッグーで割岩する際、特に地山を起す場合まず大切なことは自由面（逃げになる側面）を確保することです。もしも自由面がないときには始めに自由面を作ります。下図の様に直線上にV型の溝を作る要領で行います。

まず、GLとの角度X（約 30° ）をもったNo. 1の孔を穿孔し、ビッグーで起す。次にXより少し大きい角度をもったNo. 2の孔を穿孔して同様に起す、最後に溝の角度が 60° 以下で深さが1.0m以上の出来るだけ垂直な高い自由面を作して下さい。



(2) ビッグー割岩孔の寸法について

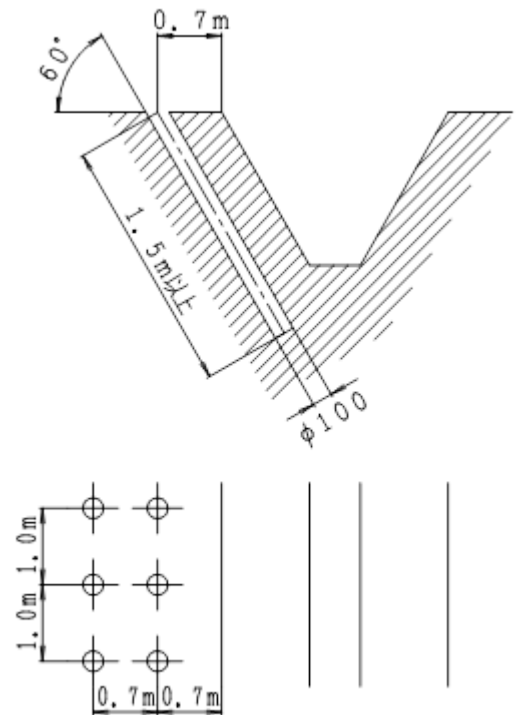
ビッグーのクサビ部（ウエッジ・ウエッジライナー）の寸法は $\phi 95\text{mm} \times$ 約1.15mですが、ウエッジが前進したときの“クサビ部”の全長は約1.4mです。したがって、割岩孔は $\phi 100\text{mm}$ のビットで深さは1.5m以上必要です。もしも割岩孔が浅い場合はウエッジの先端部を損傷する原因となります。また、割岩孔の穴曲がりや、ビットのゲージロスのために割岩孔径が小さくなると“クサビ部”が入りにくい為にクサビ部を傷める原因となりますので、ビットの外径は $\phi 98\text{mm}$ 以上のものを使用して出来るだけ真直ぐで、且つ丸い孔を穿孔して下さい。



(3) ビッガー割岩孔の穿孔角度及び孔ピッチについて

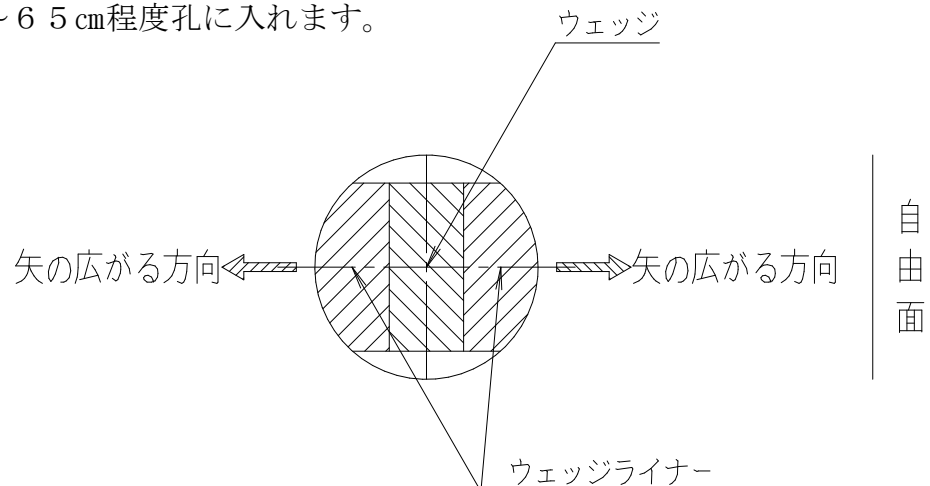
孔の穿孔向きは穴底が自由面に近づくように穿孔してください。角度及び孔ピッチは岩盤の状態によって極端に異なるわけですが、一例を右に記載しますので一応の目安（参考）にしてください。硬くて起きにくい岩盤では穿孔角度を 60° より小さくして下さい。また、軟らかく目の多い岩盤では角度・孔ピッチともさらに大きくして下さい。

ビッガーの起才効率は孔のあけ方によって大きく左右されます。いかに岩質に合った角度および孔ピッチで穿孔するかが大変重要になってきます。つまり、孔ピッチを大きくして1孔当たりの起才量を増やし、さらに、孔の穿孔角度も出来るだけ垂直に近くすればクサビ部を入れるのも容易で、効率的です。

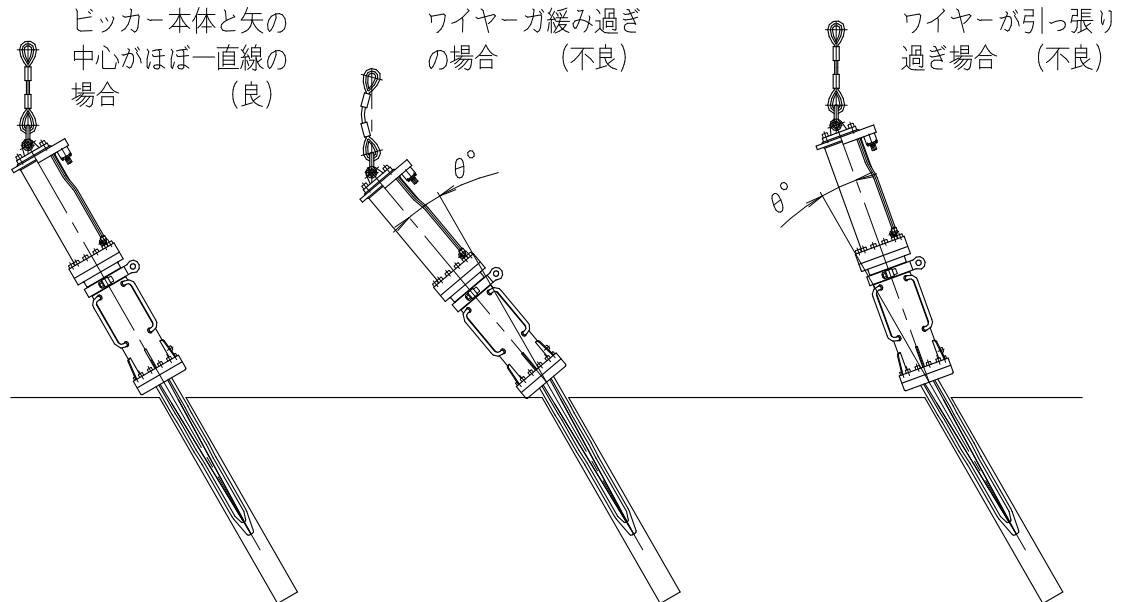


(4) ビッガー割岩作業について

- イ) 穿孔した孔深さが1.5m以上あることを確認して下さい。浅い場合にはクサビ部の先端が曲がったり、折れたりします。
- ロ) ビッガーを孔に挿入する時、孔に入れる前に下図の様にクサビ部の開く方向が自由面側に向くようにビッガー本体を廻してクサビ部の方向を定めて下さい。それから、孔にゆっくりと挿入して下さい。1回目はクサビ部を約55～65cm程度孔に入れます。



ハ) ビッガーを吊るしているワイヤーロープを次頁の図の様に少しだけ緩めてビッガー本体の中心線と孔の中心線が出来るだけ一直線になるようにして下さい。垂直な孔であれば問題ありませんが、孔には角度を持たせているので、クサビ部を孔に入れてウエッジを前進させウエッジライナーが徐々に広がり割岩を始めるとクサビ部は孔の内径に沿って広がっていくので、ワイヤーロープが“ピン”と張られていくことがあります。この様な場合にはワイヤーロープを少し緩めてください。ただし、完全にワイヤーロープを緩めてしまうと、逆にクサビ部にビッガー本体の全重量がかかることになるので、これらを考慮して、本体の中心線と孔の中心線が出来るだけ一直線になるようにワイヤーロープの張り具合を調整して下さい。



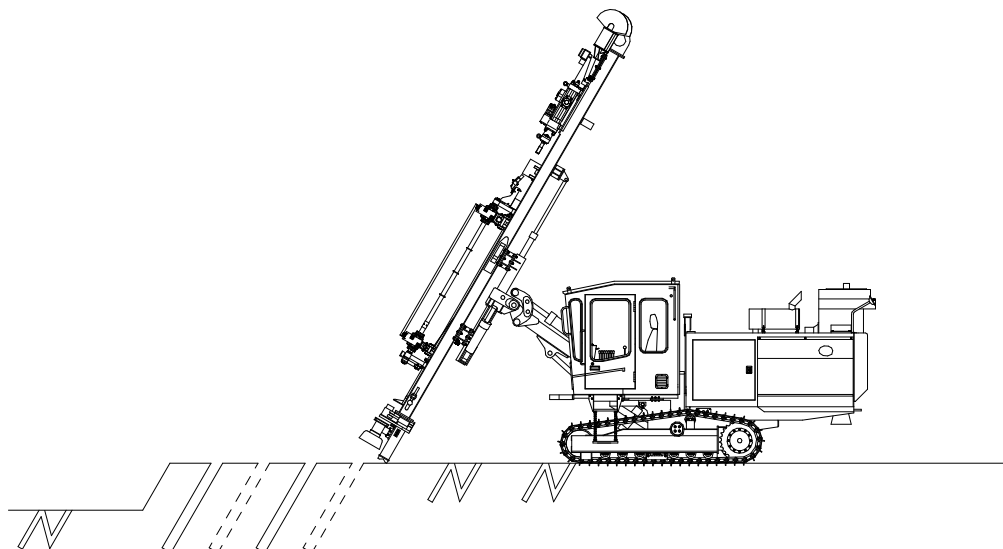
- ニ) ウエッジが完全にストロークしたら、ウエッジを後退させて下さい。孔が割岩されて大きくなっているのでワイヤーロープを緩めると、さらにクサビ部が孔に入っていきます。そしたら、上記の様にワイヤーロープを調整してからウエッジを前進させて割岩して下さい。
- ホ) さらにこの操作を繰り返してクサビ部が孔に完全に入るまで割岩して下さい。理論的には1孔を3回の挿入で割岩する様にしています。
- ヘ) この作業を繰り返して穿孔した孔を順次割岩して下さい。
- ト) 割岩作業が終わりましたら、油圧ブレーカー・リッパー等で2次破碎をして岩盤から破碎した岩石を起才して下さい。

6、施工の一例について

下記に施工の一例を記載しておきます。

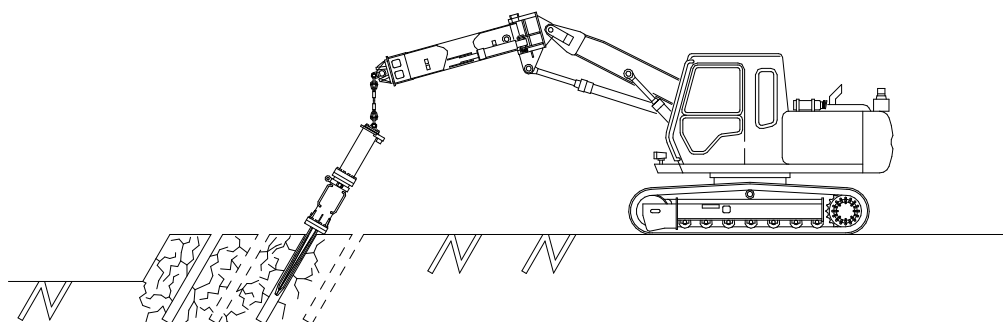
(1) 穿孔作業

油圧クローラードリル



(2) 割岩作業

割岩機（ビッガー）



(3) 二次破碎

油圧ブレーカー

