

公害抑制型破碎機による岩盤掘削・コンクリート破碎の工法について

株式会社 神島組 代表取締役 神島 昭男
土木部 条谷 貴志

1. はじめに

これまで岩盤掘削工事では火薬等による発破工法、また大型ブレーカ等による破碎が主流でしたが、近年それに伴う振動・騒音・粉塵等、周辺環境に与える影響が重要な問題となっています。またこれまでの楔破碎や薬剤等による破碎工法では、作業効率が大幅にダウンし、また施工コストが割高になるケースが多く、発注者側にかかる負担は大きくなっていました。

今回開発の公害抑制型破碎機はこれらの問題点を考慮し、環境に優しくさらに効率的な破碎工事を提供するために開発された岩盤破碎機です。

2. 概要



写真-1 本体写真 (特許第 3381163 号)



公害抑制型破碎機 仕様

本体重量：3.2 t 割岩能力：11,400t

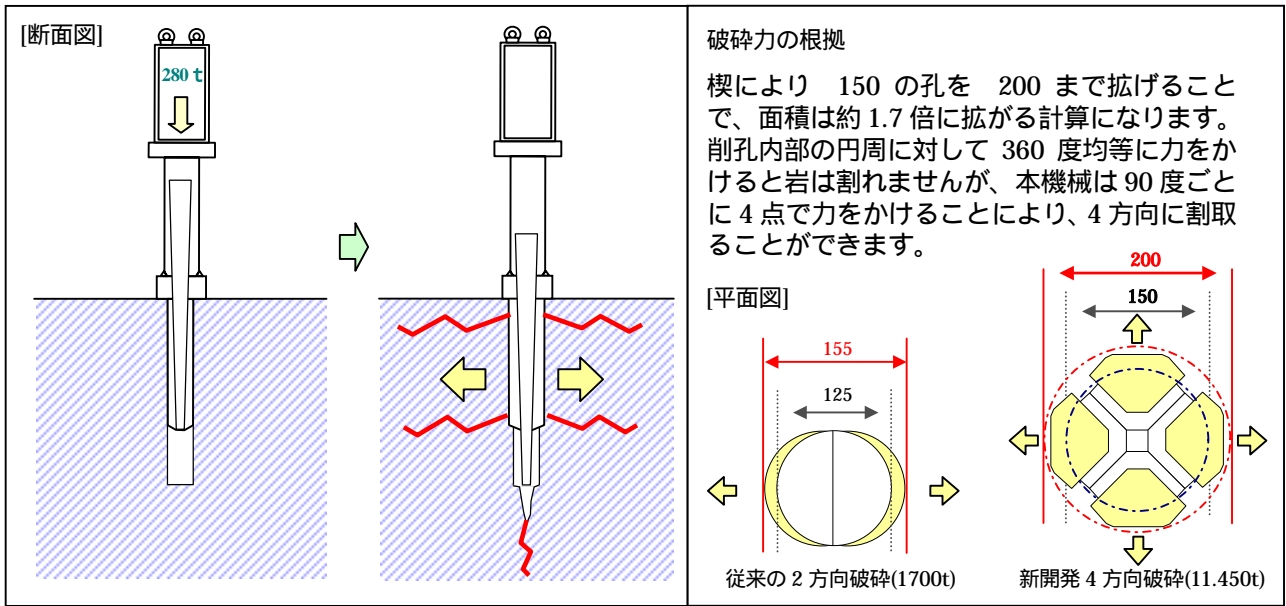
写真-2 先端部分

2.1 本機械の説明

本機械は転石・岩盤の破碎やコンクリート構造物等の破碎を、無振動・無騒音でおこなうものです。楔の原理を応用し、破碎機となる油圧シリンダー（280t）のピストン先端に特殊形状のくさびを結合することで約40倍の大きな力を発生させ、その力を利用して機械的に岩盤及びコンクリート等を破碎する機械です。従来2方向に開くセリ矢を更に進化させ縦横4分割に開くことで大きな破碎面積を実現し、11,400tもの割岩力で削孔ピッチを大きくしたことで、効率的な破碎作業を提供できます。施工方法は、あらかじめクローラードリルで150の削孔を行い、その削孔口に開発した破碎機の先端の矢の部分セットし、油圧をかけることで楔を打ち込み岩破碎をおこないます。

楔の押し込みには油圧ジャッキを使用する為、本機械による破碎時には振動・騒音は皆無です。破碎された岩はバックホウ等で引き起こし作業をおこない、掘削完了とします。

図 - 1 破碎原理イメージ



2.2 用途

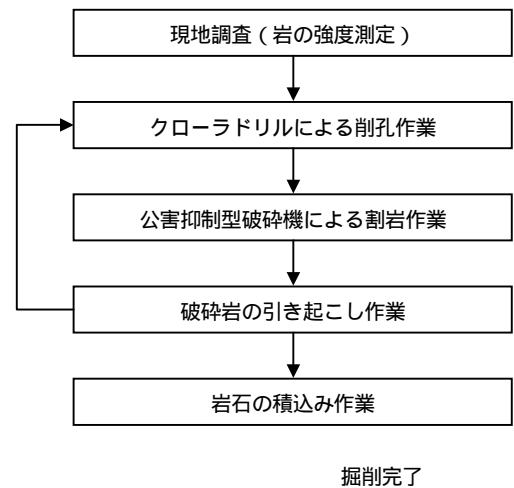
環境に配慮を要する工事

- 道路の新設・拡幅工事に伴う岩掘削
- 河川工事に伴う岩掘削
- 宅地造成工事等に伴う岩掘削
- コンクリート（RC 含む）構造物等の破碎

2.3 特徴

破碎時に騒音や振動が無く、環境対策に最適。
 1 回の破碎で 4 分割する形で十字に破碎でき、割岩力は 11,400t と強力で作業効率が良い。
 破碎力が強力なため、二次破碎の数量が激減する。
 現場条件に最適なアタッチメントの変更が可能。
 静的破碎剤と比較して薬剤公害の懸念もなく、安全なうえ経済的。
 陸上だけでなく水中（海中含む）での使用もできる。

図 - 2 施工フロー図



2.4 適応範囲

現場状況により最適なウェッジの選択ができます。
 通常岩盤破碎時にはウェッジ長 80cm・90cm での施工をおこないます。また、より硬岩質な岩盤や鉄筋コンクリート破碎時にはウェッジ長 120cm タイプを使用。道路の舗装版用にはウェッジ長 40cm タイプを使用します。

表 - 1 ウェッジタイプの種類

ウェッジ長	楔角度	割岩幅	割岩能力	備考
40cm タイプ	9.4°	4.7cm	3,405t	舗装盤 コンクリート構造物 等
80cm タイプ	2.8°	2.4cm	11,456t	岩盤（軟岩～硬岩） コンクリート構造物 等
90cm タイプ	4.2°	4.9cm	7,636t	岩盤（軟岩～硬岩） コンクリート構造物 等
120cm タイプ	2.5°	4.3cm	12,444t	岩盤（軟岩～硬岩） コンクリート構造物 等

2.5 施工事例

H17年2月 民間工事の岩盤破碎にて施工をおこないました。貯水池増設に伴う硬岩質の岩盤掘削を、本機械にて以下の施工手順により実施工をおこないました。

<p>一軸圧縮強度を簡易弾性波試験機で判定し岩判定を行う。 岩盤の削孔ピッチを決定する。 掘削量 : 1,500m³ 掘削岩質 : 花崗岩 弾性波速度(V) 5,070m/s 一軸圧縮強度 2,150kgf/cm² (硬岩)</p>	
<p>削孔作業 クローラドリルによる削孔 〔削孔径 150mm 最低削孔長1.6m 削孔ピッチ1.0m〕 削孔ピッチは岩盤の一軸圧縮強度より岩盤に応じて1.9m~0.7mまで変動する。</p>	
<p>公害抑制型破碎機の吊り込み 削孔口に本機械をセットします。 ホイールクレーンまたはクレーンにて吊り込み、削孔した 150mmの孔に挿入する。</p>	
<p>割岩作業 本機械による岩破碎 クレーン運転席からの操作でジャッキを押し、岩盤を引き割る。 当現場において使用したセリ矢のタイプはウェッジ長(矢の長さ)が80cmタイプと90cmタイプの2種類。</p>	
<p>引き起こし作業 バックホウによる破碎岩の引き起こし作業 割岩されクラックの入った岩盤をバックホウで引起す。</p>	

調査の段階において硬岩 クラスの花崗岩で更にベタ岩であるという非常に困難な岩盤条件ではあったが、本機械の施工の結果、予想以上の破碎能力を確認することができました。平面方向へのクラックの幅は、平均をとって約1.2m。垂直方向へのクラックの深さはウェッジ長から0.5~0.6m程超えた約1.3m程度の破碎範囲になりました。

ベタ岩の岩盤掘削では自由面が少ない為施工が困難になるケースがほとんどでしたが、岩盤の引き起こし作業時において1.8m³クラスのバックホウにより施工をおこないましたが、大型ブレーカを使用することなく楽に引き起こし作業ができました。



写真 - 3 破碎状況

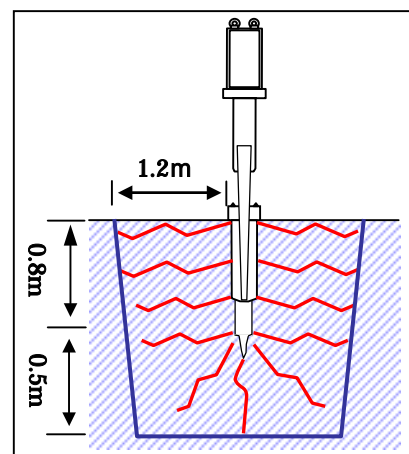


図 - 3 破碎状況イラスト



写真 - 4 破碎後の状況



写真 - 5 割岩幅

2.6 活用の効果

本工法の開発により無振動・無騒音での岩盤掘削を可能とただけなく、作業効率の大幅アップを実現できた為、これまでの静的破碎工法と比較してコストの縮減と工期の短縮を図ることができました。

また通常の楔破碎では2方向に圧力をかけ直線状のクラックを発生させる破碎方法でしたが、本工法では4方向へ圧力をかけることで150mmの削孔口を200mmまで拡げて破碎します。このことにより本機械の施工後は岩盤には多数のクラックが生じ、バックホウによる引き出し作業後ほとんどの岩が予想以上にバラバラに破碎された状態となりました。その結果2次破碎の量が減少し、破碎後の工程においてもブレーカによる2次破碎の削減が図れました。

表 - 2 オープン掘削による作業能力 (80cm タイプ)

岩質	破碎能力 (1日当り)
軟岩	250 m ³
中硬岩	144 m ³
硬岩	64 m ³

現場条件により作業能力は変動します
(国土交通省 NETIS 登録 KK-040044)



写真 - 6
当機械による破碎後の削孔口を上から見た状況です。

4方向への破碎だけでなく、互いに干渉しながら破碎をおこなう為、無数にクラックが発生して破碎されています。このことにより2次破碎の削減が図れます。

3. 結論

本工法で施工の結果、転石だけでなく岩盤も確実に破碎する事ができ、破碎後の岩の引き起こし作業においても効率良く施工がおこなえました。これは破碎機の矢の部分の広がり大きくしたことで、岩に対する破碎の範囲をより大きくできたこと、また破碎機本体の構造の見直しにより破碎力の大幅アップが図れたことによります。従来のセリ矢は2方向へのクラックのみでしたが、当破碎機が誇る威力により4方向への割岩だけでなく多方向にクラックが入り、周辺の岩もバラバラの状態となり二次破碎の処理が大幅に削減される効果が確認された。以上の結果をふまえて施工性の向上や作業員の労務の軽減が図れ、当初目標としていたコスト縮減・工期の短縮を確実に実現できました。また周辺環境を重視し削孔時の騒音を低減させるため、超低騒音型クロードリルの開発を含め、公害抑制型岩盤掘削システムの構築に到りました。今後、発破や大型ブレーカの使用が制限される現場、またブレーカで割れない岩盤の施工等、各現場条件に最適な公害抑制型岩盤破碎機を活用する事は、環境及びコスト両面にわたり有効的な工法であると確信しています。

4. 今後の課題

割岩力を岩盤の状況により変化させ、現場条件に合ったクラックの幅を調節する。
ウエッジ長の改良により、割岩の深さを増大させる。
岩の種類・強度、現場条件ごとによる、より正確な作業量の把握・データの採取。