

40. 狭所作業が可能なドリル付き油圧割岩機の開発と施工

玉石重機株式会社

○ 玉石 修介
片岡 廣志
濱山 祐司

1. はじめに

土工事において岩掘削工種が含まれることは多くあり、一般的に施工は発破工法か油圧ブレーカー工法が用いられるが、作業環境により静的破砕剤や油圧セリヤ割岩方式が飛散防止や静音化目的で用いられることもある。油圧セリヤ割岩方式は、セリヤに必要な深さを掘る削孔機と油圧セリヤ及び油圧発生機により構成された工法で、各々が別の機械として用意されるが、国内ではこれを一体化した既存の機械も存在し、ドリル付き割岩機とも呼ばれる。

受注案件への対応を既存機での可能性を検討したが、作業エリアの狭さの関係から作業姿勢に問題があることが判明した。ここでは、狭さへの対応機の開発と施工を報告する。

2. 開発の背景

狭所における作業が適切に出来る機材が必要と

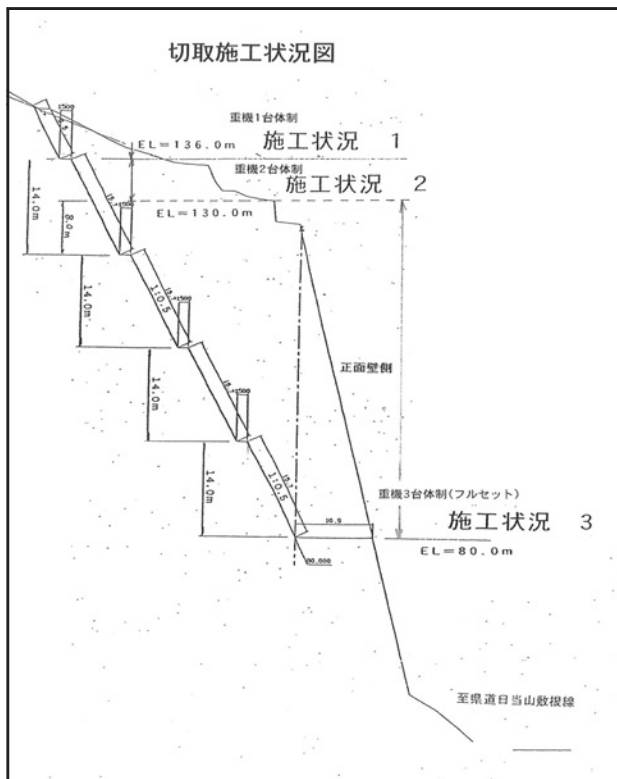


図-1 掘削断面と計画図

なった理由は、図-1掘削断面と計画図に示すように施工状況2の高さE.L. 130mから8施工状況3のE.L. 80m間の一部オーバーハングを含む垂直に近い柱状節理の安山岩の岩体である。作業場所は、図-2

E.L. 130m作業範囲に示すとおり面積が狭く、形状も鋭角三角形状のところから、図-3 E.L. 80m作業範囲に在るように扁平な台形状にまで変化し、十分な作業広さが確保されないことが判った。また、周辺には数軒の民家や県道・国道も近接し、発破工法が使えないだけではなく掘削岩の飛散の可能性のある施工も選択できないことや、掘削岩の運搬はケーブルクレーンでの搬出とされた。

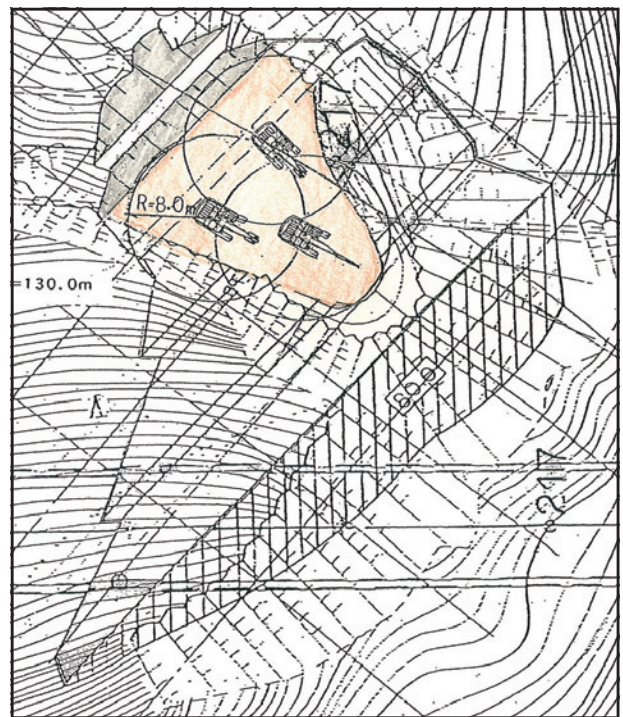


図-2 E.L. 130mの作業範囲

作業場所となる岩体には柱状節理の剥離面が在ることは判っているが、どのように入っているかを正確に把握することはできなかった。作業の安全性を考えると、剥離や滑落などの挙動を知るために変位系センサーやアコースティックセンサーなどが設置され、少しでも早く異常を捉える配慮

はなされた。ただ、作業中にどのような異常が発見されるのか、どのように避難すべきかの想定は困難なものであるが、異常が観測された時は作業関係者全てが絶壁面からできるだけ離れることとした。

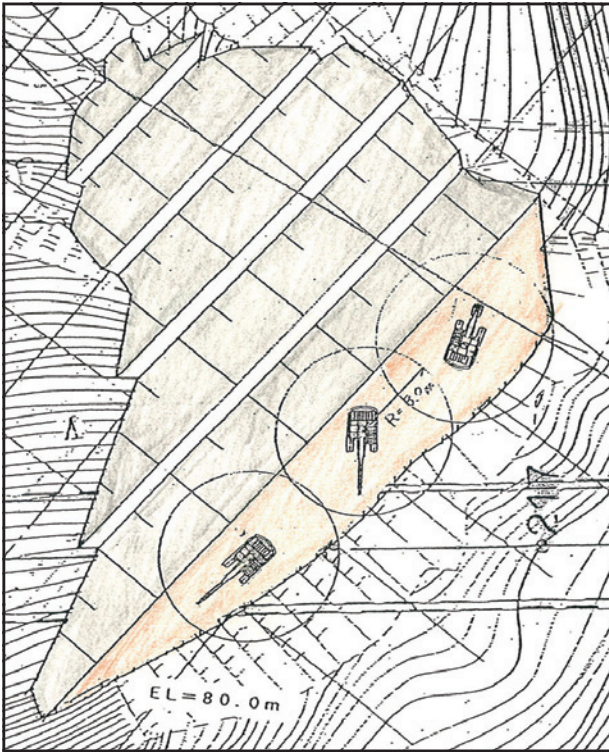


図-3 E.L. 80mの作業範囲

このように狭隘で作業盤に不安がある場所では、安全性を考慮した作業計画を立てなければならない。

特に安全性確保の面では、施工中の作業員・作業機械の転落防止を目的に、可能な範囲で絶壁側に壁一枚を残す内側掘削先行を基本とする施工方法とし、壁は水平削孔・割岩を行うこととした。

当初指定された既存機では、この作業計画に合致しないことが判明し、これを解決しなければ安全性や作業性に問題が残ること判った。

また、工事用機材はケーブルクレーンによる搬入となり、最大6t以下に分解し、運搬・組み立てを行わなければならない、特に工事途中での重機の入替えは非常な困難を伴うと判断出来ることから、この施工工期内は同一機材で対応する作業計画とした。

作業エリアが狭いことから、コンプレッサーなどの補助機能の機械類を置くことも困難であることも確認できた。

これらの条件を整理すると下記の特徴が開発機材の必要条件である。

- 1) 一体型削孔・割岩機であること
- 2) 作業方向が垂直から水平までできること

これらの特徴を有する既存機はなく、対応できる機材を開発し施工することが必要となった。

3. 既存機の状況

施工仕様に指定されていた既存機の仕様を確認し、施工計画との整合性を検討する。

主作業装置

削孔：削孔長	180cm
削孔径	9cm
割岩：割岩セリヤ長	150cm
割岩力	4,900kN(500t)
機械質量	23,4t
車体幅	298cm
車体長	1050cm
旋回中心からの後方長	271cm

搭載補助装置（本体に内蔵）

削孔用コンプレッサー，集塵装置

特徴

削孔から割岩へと一連作業となるように、リボルバー弾倉回転様式の入替え機構を有し、作業を容易にしている。

垂直作業時は、アームを垂直方向にすることで作業が行え、削孔・割岩が連続的に進めることができるが、水平方向の作業では、アームも水平方向にしなければならぬため、作業点と機械本体が離れることになり、狭所作業は困難である。

4. 開発機の概要

ここでは、開発機の具備すべき機能を整理する。

- 1) 削孔装置，割岩装置の搭載
- 2) 削孔に必要なコンプレッサー，集塵機を搭載
- 3) 垂直から水平まで任意角の作業ができること
- 4) ベースマシーンは後方小旋回機とする
- 5) 機械耐久性は14ヶ月以上
- 6) 6t以下に分解できること
- 7) 機械の前後バランスが保てること

これらの要求事項を前提に、開発機の基本仕様を次のように定める。

主作業装置

削孔：削孔長	130cm以上
削孔径	10cm
割岩：割岩セリヤ長	70cm
割岩力	12,000kN(1,300t)

割岩部耐摩擦グリス自動給脂装置

割岩方向調整用軸回転機能

補助装置の搭載

カウンターウエイト上にコンプレッサー
エンジンルーム上に集塵装置

ベースマシーン

- 20t級後方小旋回機
- 標準ブーム、ショートアーム
- 分解後つり上げ用治具
- エンジンカバー開閉方向変更
- 削孔装置制御バルブ等の設置
- 割岩装置操作部の設置
- 自動給脂装置操作部の設置
- コンプレッサー搭載用ステージの設置

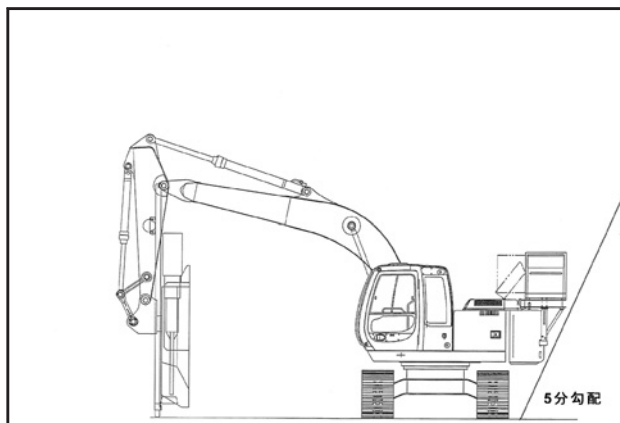


図-4 垂直作業姿勢と後方空間

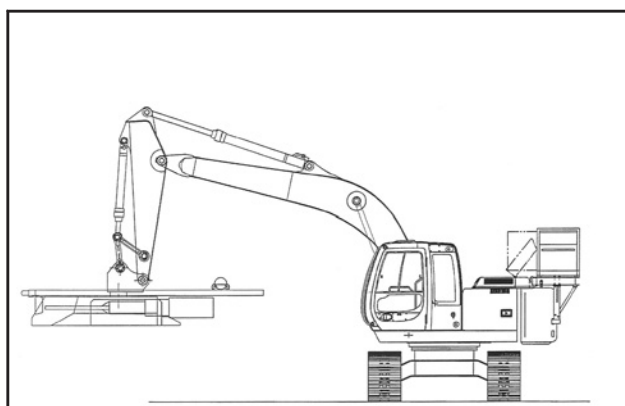


図-5 水平作業姿勢

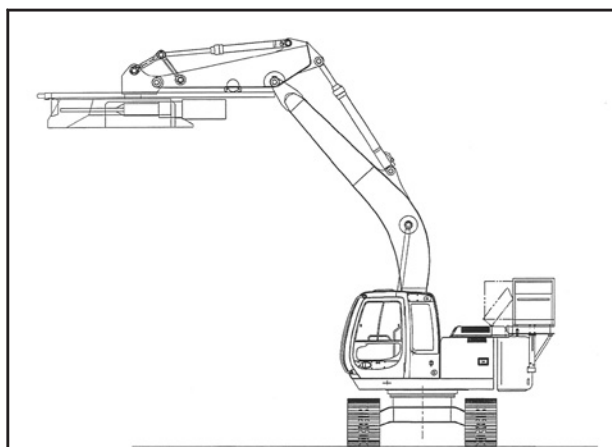


図-6 高所水平作業姿勢

作業姿勢の確認を図-4, 5, 6に示すとおり、機械の作業姿勢の自由度を高く設定し、かつ図-4で示すように法面勾配5分でも搭載したコンプレッサーなどに影響のない峡所対応となっている。

既存機にあった削孔装置・割岩装置の入れ替え装置は、使い勝手の良い機構であるが、同様の機構の搭載は断念した。その理由は、垂直から水平までの任意角度における作業が出来ることでありその時の姿勢に条件を付けることはできない。

また、アーム片側に2種類の装置を配置することも検討したが、アームの捻れやバランス欠く懸念もあった。

2種類の装置の平行移動による入れ替え機構も検討したが、移動機構の構造体もしくは、装置の位置合わせ移動時にアームと干渉することが解消できなかった。

また、このような移動機構は重量増となることから、開発機の仕様に含まないものとした。

2つの装置の入れ替えは移動機構無しに行わなければならないので、バックホウの旋回機能で行うこととした。

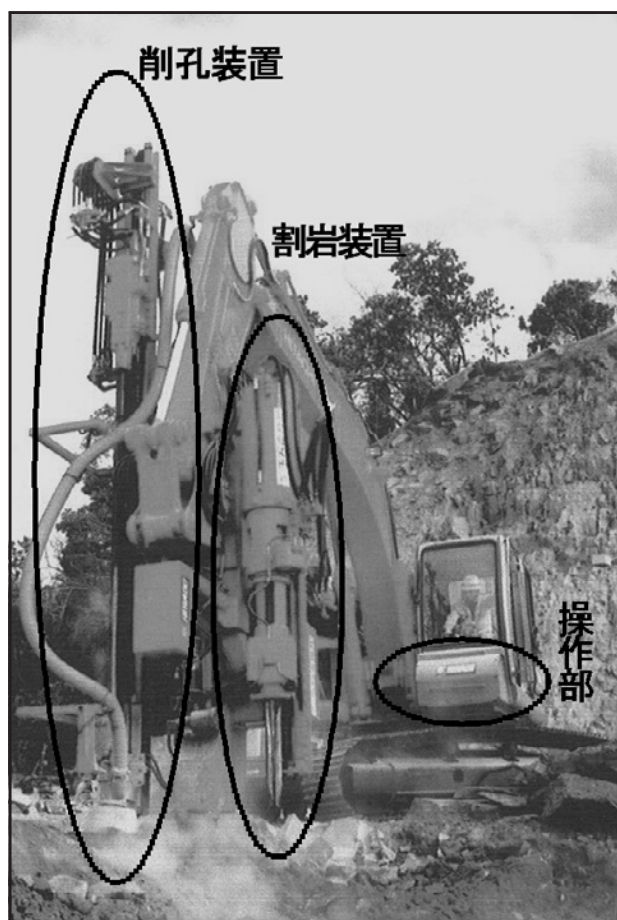


写真-1 完成実機と主要作業装置

写真-1で確認できるように、削孔装置は、運転席側から見てアーム右側に、左側には割岩装置を配置し、2つの装置の入れ替えは、削孔後、運転席

から見える削孔口を確認しながら、アーム左側に配置している割岩装置を挿入する。

垂直作業時は削孔後にバックホウ上部旋回体の旋回により位置合わせをし、割岩装置の挿入・割岩の順に行う。

水平方向では、削孔口に上部旋回体の旋回で割岩装置を合わせても、削孔方向と割岩装置挿入方向が一致しないので、方向のズレを補正するための、横方向のオフセット角が得られるように回転軸と角度調整用の油圧シリンダーも設けた。

5. 施工状況

施工は、130m盤より機械3台体制が組め、ドリル付き割岩機1台、油圧ブレイカー装着機1台が各20t級バックホウ、バケット装着積込機1台が12t級バックホウにより構成・実施された。写真-2には、割岩にて出来た亀裂を現している。



写真-2 割岩状況

標準作業は、垂直方向に削孔・割岩し、油圧ブレイカーにより小割とその周辺の掘削・整形、積込用機械による搬出バケットへの積込と、それぞれの分担が、作業位置を入れ替わりながら進められた。各作業の進捗により重機足場に段差があったり、小割岩の上で不安定であったり、入れ替わりのような単純作業も狭所では容易でない。

掘削岩を搬出するケーブルクレーンのバケットの着地は常にケーブル直下の作業盤の位置であ

り、最優先で準備しなければならない。

安全のために絶壁側に壁を残す工法では、内側の盤がある程度下がった段階で残した壁に水平削孔・水平割岩を行い、亀裂の上部を内側に引き込み、壁高を低くした。

削孔・割岩作業は、掘削ベンチ高を1m、削孔間隔を80cm、削孔深さを1.3mを目安として進められた。削孔深さ1.3mは、割岩装置のセリヤ長70cmとこれを押し広げる油圧クサビの移動量が50cmあり、この合計に予防長さを加え1.3mとした。削孔間隔80cmは、岩の堅さや自由面からの乖離距離など状況に応じて増減させる。

削孔・割岩の作業時間が1サイクル5～6分程度であるが、狭さや機械位置の入れ替え、手待ちなど作業外状況により、作業能率は変化する。

写真-3では、目的に応じ作業方向が選ぶことができる例を示している。この様な姿勢でもブーム・アームに作業装置が干渉していない。



写真-3 作業方向の任意性

6. まとめ

本報告の開発機は、特殊条件に合わせて設計・製作がなされたが、一般時の使用も問題なく1台で削孔・割岩できるので有用性は高い。

当初の予定工期の14ヶ月間は、メンテナンスと一部の部品交換のみで対応でき、予定の耐久性も確認できた。この機械は、工期余裕がなかったため製作直後に現場投入となり、試験運転無しというリスクがあったものの工期内に大過なく作業を終えることができ、当初目的の狭隘場所での作業可能な機械としては満足のできるものであった。

今後は、昨今の作業環境問題への対応も考えると以下の2点について検討を進めたい。

- 1) 削孔機の騒音低減化
- 2) 削孔集塵後の切り粉の飛散防止

最後に、削孔・割岩装置関係の製作及びベースマシン関係の改造・製作に携わっていただいた関係各位に心からの感謝を申し上げます。