

## 20. 無発破岩破碎機(パワースプリッタBP500)の施工実績

(株)小松製作所：武藤 教重・\*養安 豊彦・高橋 明久・石田 善一

### 1. はじめに

岩の破碎工法として発破工法が一般的であるが、近年 都市化の進展と共に振動・騒音・飛石などの公害・安全面から 民家・道路・重要構造物に近い作業環境では使えなかつてきている。パワースプリッタ BP500 は かかる市場ニーズに応じた無発破岩破碎機であり、発破がかけられず、リッパブレイカから異なる硬岩を安全に、かつ 無振動・低騒音で、レオも他の無発破工法に比べ経済的に予備破碎する機材である。

昭和 59 年発売以来、幾度の改良を重ねることにより、道路工事・宅地造成・ダム工事等の一般土木分野を始めとして鉱山分野でも広く使用されるようになり好評を得ている。今回、今までの施工事例をもとにパワースプリッタ工法について施工実績を報告する。

### 2. パワースプリッタの割岩システムと構造概要

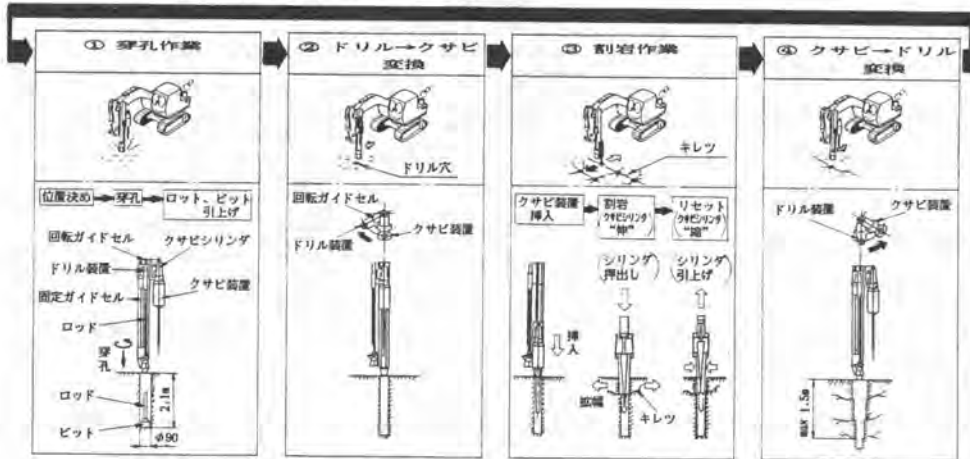


図1. パワースプリッタの割岩システム

パワースプリッタの割岩システムと図1に示す。所定の穴を穿孔後、油圧クサビを挿入し、油圧により穴の中で油圧クサビで岩を振幅・割岩するもので、穿孔から割岩まで全作業をキャビン内よりワンマンオペレーションで可能である。

油圧クサビの構造を図2に示す。BP500の油圧クサビの寸法を列記すると次のようになる。

(1) クサビ摺動面に摺動材(低摩擦板)を介させて、

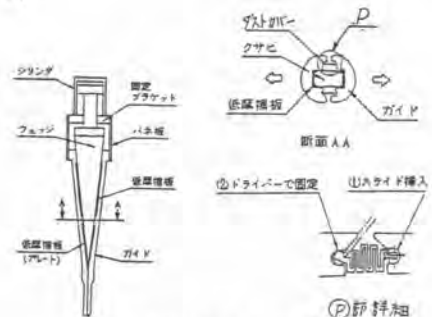


図2. 油圧クサビの構造

摺動面のかぶり・焼付防止を計っている。

(2)摺動面をギャスイルで潤滑し、摩擦係数の低減と摺動面の洗淨を行っている。

(3)左右ガイドの合板面に蛇腹式のダストカバーを装着し粉塵の侵入防止を計っている。

このような摺動面の摩擦係数低減・維持に最大の注意を払っており、これにより絶えず500トンのような大きな荷重を維持している。

### 3. 施工実績

表1. 主要施工実績(一般工不分野)

#### 3.1 主要施工実績

表1のBP500の主要施工実績を示す。一般工不分野では、道路新設・拡幅工事が圧倒的に多く、次いで構造物基礎掘り、宅地造成関係に使用されている。特に山陽自動車道、本四架橋工事では各地で採用され実績をあげている。

碎石・石灰山分野では安全・保安上からの購入動機が強く、民家・道路・鉄道・学校等と隣接する鉱山の端縁処理用として採用されており、企業のイメージアップ効果と好評である。

#### 3.2 適用工事について

パワースクリューは様々な工事分野で使用されているが、以下に2つの適用工事例を紹介する。

##### (1) 工事例-1

当工事は本四連絡橋尾道・今治ルートに直結する尾道大橋の延伸工事で使用された事例である。延伸区間では従来の2車線を供用のまま、新規に山側を掘削・拡幅するため発破が使用できず、機械掘削とTFの採用である。

##### (A) 工事概要

工事名 尾道大橋延伸山波工事(広島県尾道市)

工期 昭和60年10月~昭和61年1月

工事内容 既設道路拡幅に伴う法面掘削工

岩種 花崗岩(φ=4.000%)

##### (B) 破砕結果

当現場の岩は掘削が発達した花崗岩であったが、非常に硬くBP500と2トン級ブレーカを組み合わせる作業であった。

工事時期	工事名	工事場所	施主
S59.3 (59.1~61/6)	黒岡山宅地造成工事	兵庫県 播磨郡太子町	阪神不動産
S59.3	岡山商科大グラウンド造成工事	岡山県	岡山商科大
S59.4	市道拡幅工事	広島県東広島市	東広島市
S59.11~61.7	多治見市小名田東部土地区画整理事業	岐阜県多治見市	多治見市
S60.3~9	本四架橋工事	岡山県児島	本四公団
S60.8~9	播但有料道路併路JIC工事	兵庫県姫路市	道路公団
S60.6~12	安芸府中道路工事	広島県広島市	広島市(道路公団)
S60.10~61.1	尾道大橋延伸山波工事	広島県尾道市	道路公団
S61.1~5	山陽自動車道 武田山ジャンクション工事	広島県広島市	道路公団
S60.11~61.3	国道175号線バイパス工事	兵庫県西脇市	建設省
S61.2~3	山陽自動車道電野高架橋工事	兵庫県電野市	道路公団
S61.2	山陽自動車道 道ロサービシリア造成工事	岡山県倉敷市	道路公団
S61.3	東播用水工事	兵庫県	兵庫県
S61.3	岡山県立美術館 地下駐車場工事	岡山県	岡山県

(他約30箇所)

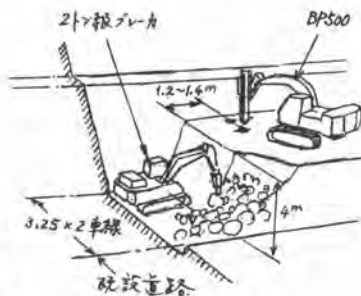


図3 作業状況

作業はBP500が図3の様に後述した方法、ブレーカで割岩部を小割りして、ベンチを造成してゆく方法と採った。施工ピッチは1.2~1.4m、施工角度は70度としたが、法際は自由面が少なく、力の施工ピッチは0.5m程度で縮めざるを得なかった。また、水平方向に節理が発達してはいたが、2回目以降の割岩が不十分で割岩深さは0.7~1.0mであった。当現場の様には水平方向に節理が発達した岩盤では、穿孔深さ・フサビ挿入深さを浅くし、サイクルタイムを短くして作業量とコストを減らす工夫が必要であるが、一般的にはフサビは根元まで挿入可能であり、この場合15~20%見込られる。

(2) 施工事例-2

当工事は橋脚下部工に適用された事例で、法面掘削工(A部)と橋脚基礎の床掘り(B部)と施工した。背後の山に基盤があるため当初計画ではブレーカによる機械掘削の予定であったが、硬くておぼり筋の強い岩質のためブレーカ掘削が不可でBP500採用となった。

(a) 工事概要

工事名 山陽自動車道竜野高架橋工事 (兵庫県竜野市)  
 工期 昭和61年2月~3月  
 工事内容 橋脚新設に伴う法面掘削並に橋脚下部工  
 岩種 輝緑凝灰岩 ( $V_p = 3.500 \text{ m/s}$ )

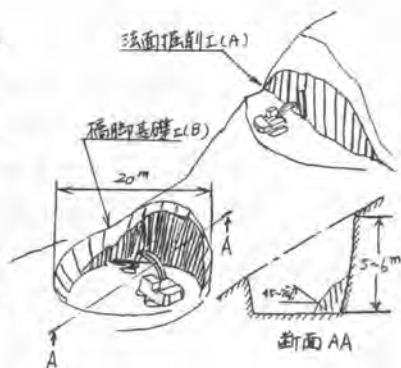


図4 施工状況

(b) 破碎結果

当現場は超硬岩に当る最も硬い種類の岩であり、二次破碎用として1.6トン級ブレーカと組合せられた。BP500の施工条件としては施工ピッチ0.5~0.7m、施工角度45~70度という厳しい作業であった。当現場の場合、穿孔時間が2分50秒~3分20秒と済み、時間当たり割岩本数が9本/Hで施工できたため、上記条件下において法面掘削工で10m<sup>3</sup>/H、橋脚下部工で6m<sup>3</sup>/Hが可能であり、全作業1ヶ月で完了することとなった。この種の工事形態

はBP500にとって最も厳しい使い方の一つであるが、当現場の場合、地形的な制約条件が重なり、位置合わせの時間と要しているため以上の様な結果となった。

(3) 施工事例-3

本例は宅地開発に使用された事例で、当現場の北西側に隣接して既設の入居済の住宅地があり、硬岩部の掘削に岩破が使用できず、当初80トン級ブルドーザによるリッピング工法の予定であったが、リッピングだけでは十分な割岩ができず工期が伸び、BP500が導入された。

(a) 工事概要

表2 破碎結果

岩種	—	花崗岩 ( $V_p = 4000 \text{ m/s}$ )
工事量	m <sup>3</sup>	1,500
作業時間	H	140
割岩本数	本	1,600
時間別作業量	m <sup>3</sup> /H	11

表3 破碎結果

	単位	法面掘削工	橋脚下部工
岩種	—	輝緑凝灰岩 ( $V_p = 3500 \text{ m/s}$ )	
工事量	m <sup>3</sup>	1,000	500
作業時間	H	100	85
割岩本数	本	900	800
時間別作業量	m <sup>3</sup> /H	10	6

工事名 多治見市小石田東部土地区画整理事業 (岐阜県多治見市)

工期 昭和59年11月～昭和60年7月

工事内容 宅地造成における盤下げ工

岩種 珉岩 ( $V_p = 2,700 \sim 4,000 \text{ m/s}$ )

表4. 破碎結果 (一部)

BP500 作業量	作業面積	m <sup>2</sup>	1295
	作業時間	時分	19:50
	穿孔数	本	286
	作業量	m <sup>3</sup>	1009
ブルドー ザ作業量	時間当り作業量	m <sup>3</sup> /H	51
	リッピング時間	時分	5:8
	ドーピング時間	#	2:47
	R&D時間当り 作業量	m <sup>3</sup> /H	113

#### 1b) 破碎結果

当現場は中硬岩で脆裂進展が小さく、施工条件として施工ピッチ 1.5 ~ 2.0 m、施工角度 70 ~ 80 度と好条件で作業でき、時間当り作業量は 51 m<sup>3</sup>/H である。しかし、ブルドーザによる二次破碎量は BP500 施工後では当初予定に対し約3倍に当る 113 m<sup>3</sup>/H であるように、そのため、BP500 を2台投入することによりブルドーザの稼働率向上を計った。

土木工事における BP500 の代表的な適用工事を紹介したが、それ以外に (1) 下水道掘削・管渠設工事に用いる溝掘削、(2) ダムの堤体掘削、(3) 転石小割、(4) 鉱山の残壁の端縁処理等多方面で使用されており、今まで発破がかけられず残していた工事も無公害で機械掘削が可能になったと高く評価されている。

#### 4. 施工能力について

以上述べた様に BP500 の施工能力は岩種・岩強度 (弾性波速度)、工事形態、二次破碎機の種類・能力等により大幅に異なる。BP500 の破碎能力を岩強度別・工事形態別に整理すると大旨図5の様になる。盤下げ作業では作業量は岩強度の影響が大きい、法面掘削・溝掘削作業では岩強度の影響よりむしろ自由面の影響が大きいことがわかる。

しかし、穿孔速度は岩の弾性波速度より圧縮強度に比例すること、地形上の制約および作業形態により位置合わせ等に時間を要すること等により、時間当り作業量は大きくばらばらである。

また、二次破碎機の選定に当たっては、作業エリアの広さにもよるが、一般に硬岩で割岩後の脆裂幅の大きい現場ではブルドーザを用いて自由面を随時形成する方が根切りが十分に行え有利である。目の多い岩や風化が進んでいる岩で、中硬岩と軟らかい岩の場合にはリッピングの方が有利である。

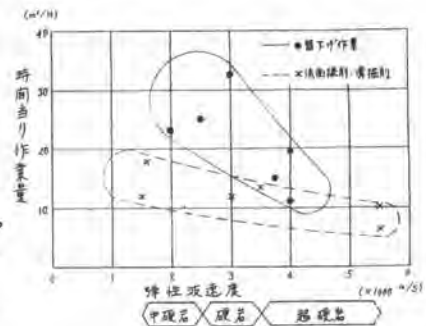


図5 岩強度と作業量の関係

#### 5. 今後の課題

BP500 パワースタリツが市場導入されて2年余経過し、多方面で御使用頂いている。また、トータル施工を始めとして通用工事分野の拡大と作業量アップを強く要望されている等、パワースタリツ工法に対する関心は高い。当社としても多方面で効率的かつ経済的に硬岩破碎が可能となる様今後研究を進めてゆきたい。