

58. 無発破岩盤破碎機・ラバースプリッタの開発

鹿島建設(株)：三尾 興平・渡辺 松男

1. はじめに

最近、原子力発電所、水力発電所、工場等重要施設の近隣ならびに、民家密集地域に隣接した場所での岩盤掘削工事の需要が多くなってきており、振動、騒音、粉塵公害等への対処が、従来に増して要求されている。そこで鹿島建設は、ウレタンゴム（弾性体）を利用した無騒音、無振動かつ経済的な硬岩破碎用の機械を開発した。本報告はその概要を紹介するものである。



写真-1 ラバースプリッタの全景

2. ラバースプリッタの概要

2-1 割岩の原理と機械の特長

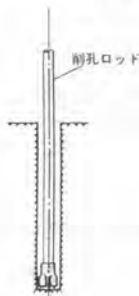
割岩は第1図に示すように、あらかじめ削孔された孔に、ウレタンゴム輪を挿入、両端座金を軸方向に圧縮して、ゴムを孔壁方向に膨脹させて岩盤を破碎する。

本機の主な特長は次の通りである。

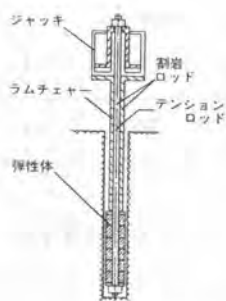
- ① 構造がシンプルであるため、故障が少なく、また小型・軽量である。
- ② 孔の円周方向に均等な加圧が可能で孔底まで割岩できるので、能率が良い。
- ③ 削孔ロッドと割岩ロッドの交換と調芯が容易な構造になっており、割岩サイクルタイムが短縮できる。
- ④ ウレタンゴムは消耗品で、比較的安価である。

① 削 孔

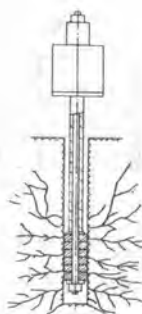
削 孔 径：115mm
削 孔 深 さ：1,000～
2,000mm



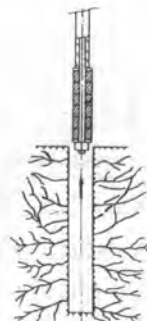
② 割岩ロッドの挿入



③ 圧縮・割岩



④ 割岩ロッドの引抜



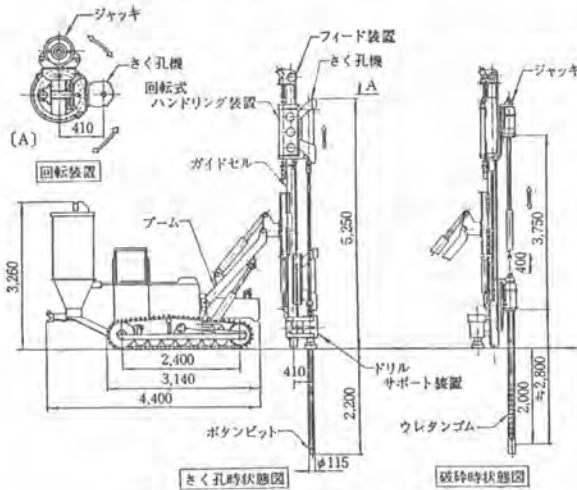
第1図 割岩手順

2-2 機械の構造と機能

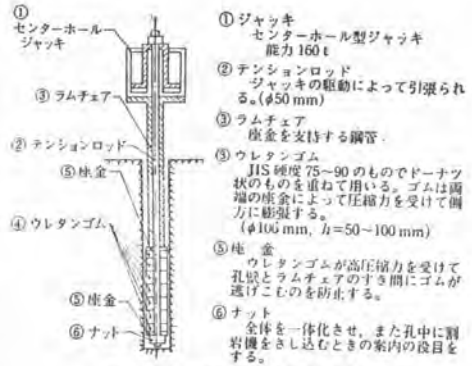
ラバースプリッタの全体図と主要諸元をそれぞれ第2図、第1表に、機械の構造を第3図に示す。

第1表 ラバースプリッタの主要諸元

ベースマシ		まく孔・割岩装置			
項目	仕様	項目	仕様		
本体型式	アトラスコプコ ROC 812 H	型式	COP 1038 型 (油圧式)		
全装備重量	9,500 kg	打撃数	1,800 bpm		
寸法 (輸送姿勢)	全長	7,300 mm	回転数	0~200 rpm	
	全高	3,260 mm	回転トルク	70 kg・m	
	全幅	2,840 mm			
クローラ	接地長	2,400 mm	割岩	ゴムリンク材質	ウレタンゴム
	履帯幅	305 mm		形状	φ105×100~50 mm
エンジン出力		0.6 kg/cm ³	シャッキ	160 t センターホール型	
	走行速度	100 PS/2,300 rpm	シャッキストローク	400 mm	
		1.5~10.0 km/hr			



第2図 ラバースプリッタ全体図



第3図 機械の構造と機能

2-3 施工方法

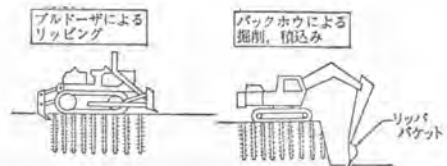
施工は1次破砕と2次破砕に分けて実施する。

1次破砕は削孔機で直径115mm、ピッチ1m~2m (ピッチ、深さは岩質により変化させる) で千鳥状に削孔し、前述の割岩原理に基づき岩盤表面にクラックが認められるまで高低から逐次割岩する。(通常は2m深さを孔底と中間の2回に分けて割岩する)

2次破砕は1次でクラックを入れた岩盤を、第4図に示すようにブルドーザによるリッピング、またはバックホウによりダンプトラックで運搬可能な大きさに破砕する。



写真-2 1次破砕後のクラックの状態



第4図 2次破砕要領

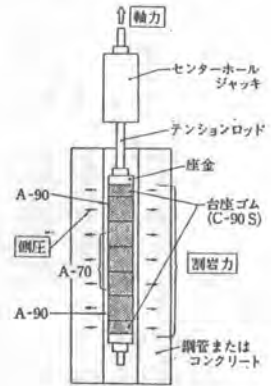
3. 割岩特性

第5図に示した実験装置を用い、室内実験で得られたウレタンゴムの基本的な割岩力特性を示す。

3-1 割岩力とゴム個数の関係について

割岩力とゴム個数との関係は、第6図で明らかなように、ゴム個数が7個以上になると割岩力が増加しなくなる特性を示した（コンクリート拘束面）。したがって実用機においては、ウレタンゴムの個数は7個を採用している。

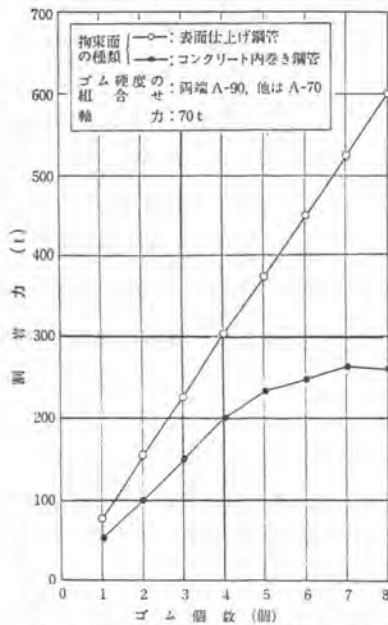
また、この実験で軸力を割岩力（測圧）に効率的に変換するためには、両端に硬度A-90、中間に硬度A-70を配列するのが最も良いことが判ったので、実機ではこの配列を採用している。



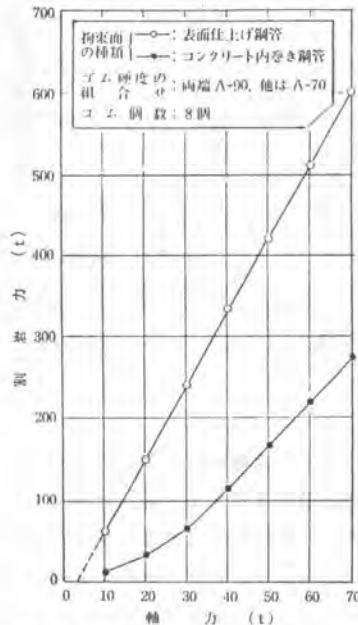
第5図 実験装置

3-2 割岩力と軸力との関係について

割岩力と軸力との関係は第7図で明らかなように、孔壁の粗度に大きく左右される。したがって割岩力400tを得るために実用機のジャッキ能力は約160t（最大軸力）とした。



第6図 割岩力とゴム個数の関係



第7図 割岩力と軸力の関係

4. 割岩検知システムについて

4-1 開発の背景

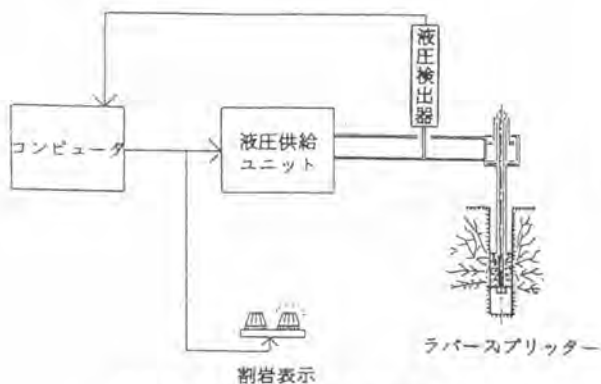
岩盤やコンクリート構造物等の被破砕物に削孔井を設け、その削孔井内側から弾性体等により測圧を加えて、被破砕物を割岩（破砕）する工法の場合、割岩後の不必要な加圧により岩のクラックへ弾性体が食い込み、この食い込みにより弾性体に損傷を与えるという問題があった。

そこで、本装置を実用機に採用し、弾性体の耐久性を向上させるとともに、従来の問題点の解消を図った。

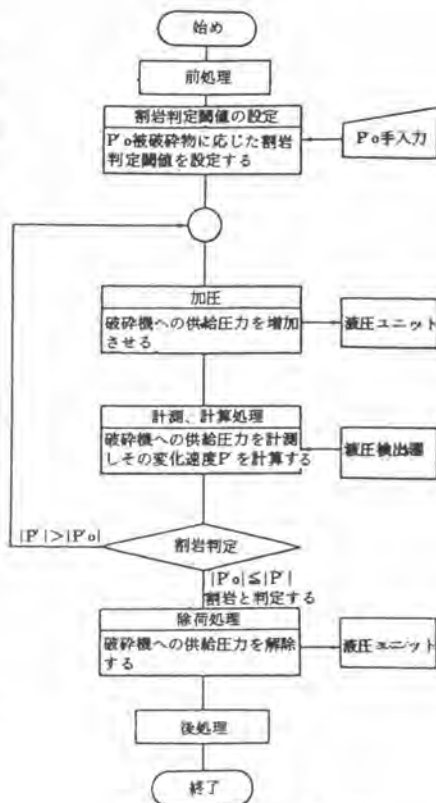
4-2 システムの要点

弾性体に発生する側圧は、割岩時期の直前までスムーズに増加するが、割岩と同時に被破砕物の半径方向断面積が瞬時に増加するため、破砕機への供給圧力（油圧）は一瞬減少する。そこで油圧の変化速度（油圧の微分値）を監視することにより割岩時期を検知する装置である。

本システムの機器構成、加圧制御フローをそれぞれ第8図、第9図に示す。



第8図 割岩検知システム機器構成



第9図 加圧制御フロー

5. 施工実績

本機の施工実績は延20,000mあり現在順調に稼動中である。以下その代表3例を紹介する。施工実績を第2表に示す。

第2表 施工実績

		施工例その1	施工例その2	施工例その3
現場の状況及び制約条件等		原子力発電所基礎掘削工において、稼動中の原子炉に隣接しているため企業者より指定された無発破ゾーンに適用した例。	空港造成工において隣接民家に対する振動規制区域に適用した例。	トンネル工において、側壁コンクリート破砕に適用した例。
岩質	岩種	緑色片岩	花崗岩	(対象物)無筋コンクリート
	弾性波速度	$V_p=2.6\sim 3.0\text{km/sec}$	$V_p=1.5\sim 2.0\text{km/sec}$	(圧縮強度)225kg/cm ²
掘削形態		ベンチ掘削(ベンチ高2.0m)	盤打ち	-
施工方法	2次破砕	2.5m ² 油圧シヨベル(リッパバケット付)	32t級ブルドーザ(リッパ付)	0.6Tエアブレーカ
	削孔パターン	1.5×1.5m(千鳥配列)	1.3×1.3m(千鳥配列)	0.3×0.3m(千鳥配列)
	削孔深さ	1.5m	1.5m	1.1~1.2m
施工能力	時間当りの割岩孔数	6.5孔/hr	9.0孔/hr	3.2孔/hr
	時間当りの1次破砕量	約20.0m ³ /hr	約25m ³ /hr	約3m ³ /hr
	時間当りの2次破砕量	40~50m ³ /hr	150~200m ³ /hr	3~5m ³ /hr

6. あとがき

ラバースプリッターは各種施工例を通じて従来の無発破工法と比較し、施工性、経済性ともすぐれていることが確認できた。今後も機会あるごとに各種の施工条件における実績を重ね、一層の高効率化を図ると共に応用範囲を拡大し、無発破施工技術の確立に努力したい。