

12. 玉石破碎泥水加圧シールドBS500型 ロータリビットクラッシャの開発

日本国土開発 野村光治

1. 開発の経過

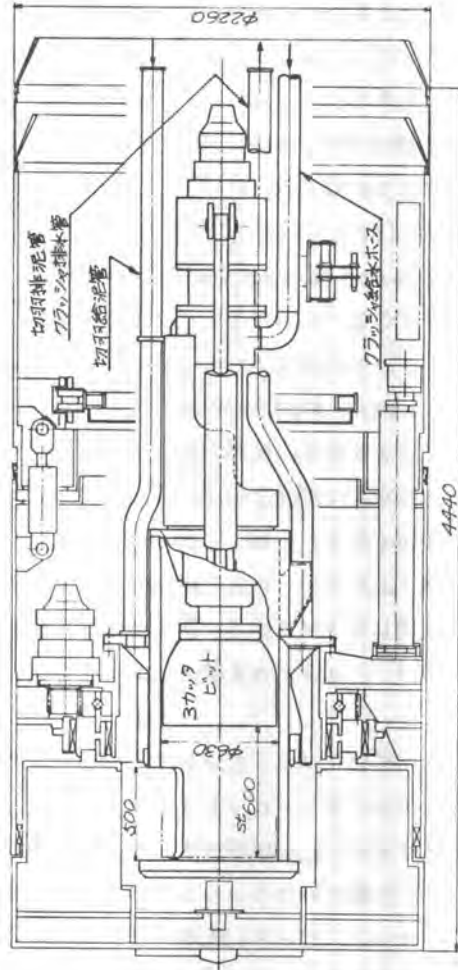
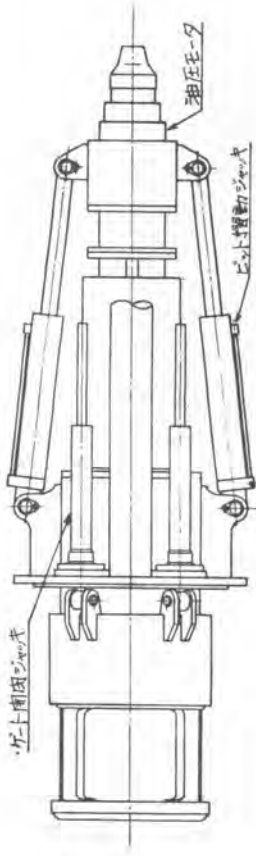
最近のシールド工法は軟弱地盤から礫層まで広範囲の地層で適用され、その技術の進歩はめざましいものがあります。又、各地の流域下水道工事の進展にともない玉石混りの渾水礫層を泥水加圧シールドで施工する工事も多くなってきています。しかしながら礫層において粗大礫に遭遇するとこの処理は困難をきわめ種々の問題が発生してきます。これまでに施工されたゲート方式、トロンメル方式、水中破砕方式、ロータリバルブ方式等の玉石処理方法は人力による選別取出しか、又は坑内に設置した破砕機によるものであり、処理可能な礫の大きさも250～300mmぐらいまでで通用できるシールド機の外径も3,000mm以上と大きいものであります。

当社では、52年のはじめから粗大礫に対処できる礫シールドの開発を進めてきましたが岩盤掘削用のロータリービットに着目して、これを利用した破砕機を考案し、52年11月に径216mmの3カッタービットを使用して100～150mmの玉石を堅型で破砕する基礎実験を、ロータリービットのメーカーである(株)セキサクの協力を得て実施した。その結果、玉石でもビットで押し付けて回転させることにより全て20mm以下に破砕でき、実用化の見通しが得られました。そして実際の破砕機は、外径250mm(仕上り内径1,500mm)のシールド機本体に直接取付けられること、介在する礫の大きさは300～500mmで地山毎当り3～5個であること、これらの礫を全て破砕して4吋管で直接流体搬送できること、というきびしい条件を設定し、基礎実験のデータから設計を行いました。実機は3カッタービットの径610mmで横型となり500mmまでの玉石を破砕するものであるので、その破砕能力と必要動力、機械各部の耐久性、問題点の抽出と対策、操作方法等をきまめなければならぬ。そこで53年8月に実機を製作して同年9月から11月にかけて破砕実験を行いました。この実験では試料の粒径等に関係なく全て30mm以下に確実に破砕ができ、閉塞することなく礫の排出ができることが確認できましたが、一部機械の不具合が見い出され、又、カッタートルク(1,400kg-m)の不足が指摘されたので、これら機械の不具合を改良し、且つ、玉石破碎泥水加圧シールドの送排泥システムを装備して54年4月に第2次破砕実験を開始した。実験は約2ヶ月を要し5月に全て終了しておりますが、これまでの実験の結果、当所の目的が達成できる機械装置であることが確認されております。

2. BS500型ロータリービットクラッシャーの構造及び仕様

今回開発したロータリービットクラッシャーはBS500型でその原理はロータリービットのツールで礫に衝撃力を与え圧裂破砕を生じさせるもので、その構造は厚肉の壁をもった内径630mm、容量0.19m³の横形のフラッシングシリンダー(破砕室)の中に3個の円錐形のロータリービットを組合せた3カッタービット(通称トリコンビット)を入れて回転撹動させるようになっている。図-1に構造と仕様を示します。礫はシリンダーの前上部にある500mm×500mmの投入口から入り

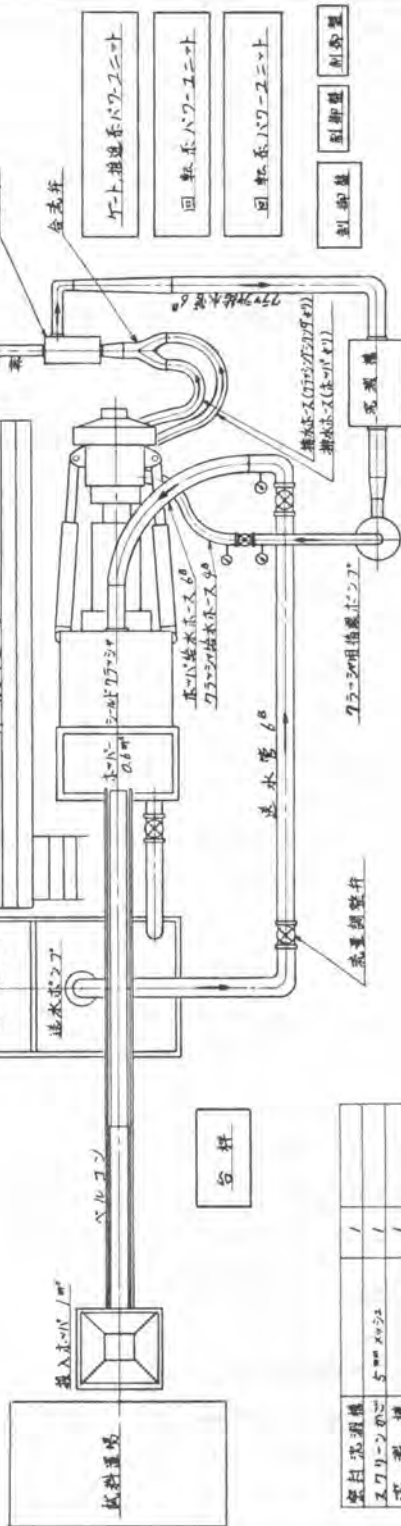
図1. BS500型ロータリビットワッシャー



仕様	
名称	ロータリビットワッシャー
型式	国産 BS500型
破砕量	φ630 ^{mm} × 620 ^{mm} , 0.19 m ³
ビット	使用ビット 3709ビット, 24 × 320-VH5
	押付力 53.2 ^{ton}
	トルク 最大 2260 ^{kg-m}
	回転数 0~36 ^{rpm}
	推進速度 最大 500 ^{mm/min}
	駆動油圧モータ 2.260 ^{kg-m} × 210 ^{kg/cm²} × 1台
	揺動シャフト 46.5/266 × 600 × 350 ^{mm} × 2本
	パワーユニット
	回転用 136 ^{kgm} × 210 ^{kgm} 55 × 4 ^F , 2台
	揺動用 75 ^{kgm} × 350 ^{kgm} , 11KV 4 ^F , 1台
	破砕カッター付スライド方式
	押付力 35.2 ^{ton}
	開閉速度 閉 800 ^{mm/min} , 開 3,400 ^{mm/min}
	開閉シャフト 17.6 ^{ton}
	パワーユニット ビット揺動用と兼用

図2. 実験装置

名	数	寸法	仕様	数量	備
三角型流量計	1	40mm	FS-100-70572	1	
二重型流量計	1	40mm		1	
水槽	1	600mm		1	
送水ポンプ	1	220mm		1	
制御弁	2	φ20		2	
圧力計	2	φ20		2	
分岐器	1			1	
合流管	1			1	



名称	数量	仕番	寸法	仕様	備
三角型流量計	1				
二重型流量計	1				
水槽	1				
送水ポンプ	1				
制御弁	2				
圧力計	2				
分岐器	1				
合流管	1				

日本電子工業株式会社
1025-21-2

・3カッタービットの回転推進によって破碎され、循環水によりフラッシングシリンダー後部の底にある排出孔から排出される。投入口にはゲートがあり油圧ジヤッキ（閉切力35t）により閉閉される。ビット回転軸の最後部に軸受を介して油圧モーター（2.260kg-m x 36rpm）を取付け、フラッシングシリンダー本体と油圧ジヤッキ（ビット推進力53t）で結んでいる。破碎屑を排出搬送するための循環水はスイベルジョイントからビット回転軸（中空軸になっている）に入り3カッタービット本体にある3ヶ所の孔から破碎中の礫にふきつける。水量は排出管径の沈降限界流速以上にして破碎屑を3カッタービット本体の内部を通過させ、フラッシングシリンダーの排出孔より流出させて搬送する。3カッタービット本体は礫が30mm以下に破碎されないと自分の内部を通過できないように隙間規制をしています。

3. 実験装置

実験装置の使用機器と配置を図-2に示します。実験機は、ロータリービットフラッシャーの先端に泥水加圧シールドの水圧室に相当するホッパーを設けて試料の投入を容易にし、専用ベースにボルトで固定されて破碎時の振動にもさしつかえないようになっております。

4. 実験結果

破碎実験は15種類の配合による試料で合計87回行った。使用した礫は10~460mmで、全部で約29t破碎した。これらの実験の結果、試料の粒径と配合に関係なく全て30mm以下に確実に破碎できる。

4(B)送排泥管で閉塞することなく循環排出ができる。破碎時間は30mm以上の破量とその中の100mm以上の破混入率に比例するが、投入試料300kg当り1分30秒~3分10秒で、平均2分である。破碎後の粒度分布は各試料とも大差はなく、平均で5mmが50%、10mm以下が75%、25mm以下で97%である。などが明らかになり所期の目的を十分に達成できることが確認され、機械の必要動力、能力、操作方添等もわかり、耐久性が推定でき機械装置の信頼性が高のられた。

図-3、図-4にビット回転数36rpm、トルク2.2t-m、循環水量1.68m³/minのときの各試料の破碎時間と破碎前後の粒度分布を示す。

図3. 破碎時間

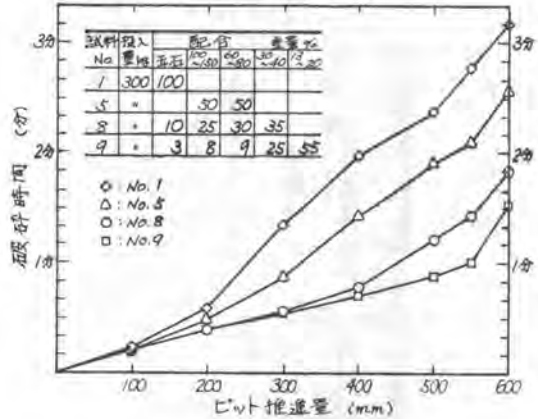


図4. 破碎前後の粒度分布

