

37. ブレーカーによる水中岩盤掘削工法について

近畿技術事務所 *石橋良哉・滝谷一英

1. はじめに

近年の海洋土木工事や港湾、河道整備に於ける水中岩盤掘削には、水中発破、重錘式砕岩船、ロックブレイカ等が使われている。しかし、都市内河川の浚渫では振動、騒音、水質汚濁、魚貝類の保護と公害防止及び環境保全の面から、水中発破の使用制限あるいは禁止を受け、また、砕岩船等の大型機械の搬入の困難と、施工の難しさをきたしているのが現状である。

瀬田川では、琵琶湖総合開発事業の一環として実施する約91万 m^3 の浚渫工量のうち、3万6千 m^3 の河床岩盤浚渫を予定している。これら水中岩盤掘削に対して、施工難の解消と目的とした掘削工法に関する調査試験を行ってきたが、今回、その施工法の一つである「大型ブレイカ工法」について、水中施工試験を行い、岩盤性状と砕岩能力、工法上の技術的問題点について調査したので報告する。

2. 試験概要

2-1 試験場所

滋賀県大津市田上恩津町地先（瀬田川浚渫上流約500m地先）



図-1 位置図



写真-1 作業全景

2-2 掘削断面および地質

試験掘削は水深約5mの河床岩盤を1m程度掘削しようとするもので、掘削標準断面は図-2に示す通りである。掘削箇所は瀬田川花崗閃緑岩であり、岩盤部全体を対象としたボーリング調査によると、一軸圧縮強度は

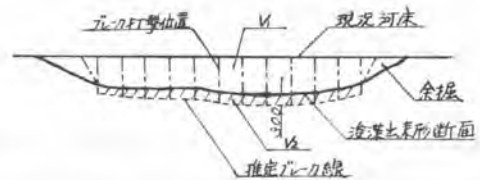


図-2 掘削標準断面図

349~1009 kg/cm²、弾性波速度は0.7~5.2 km/sで、電研式分類に従った岩盤区分によると、CL~CHに分類された。

2-3 使用機械

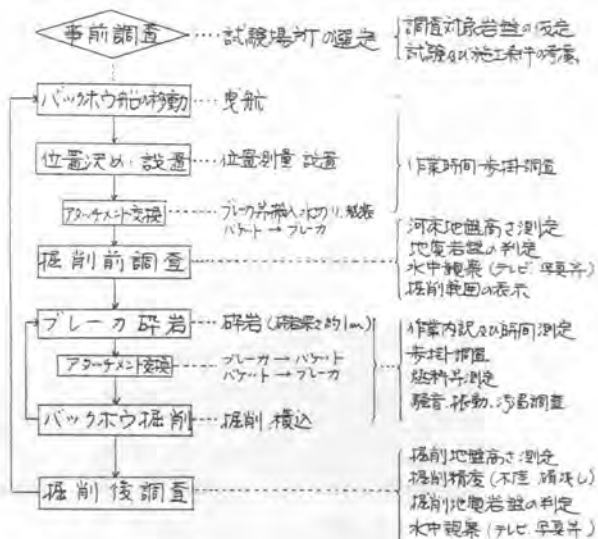
試験に使用した主要機械は、表-1に示すとおりである。

表-1 試験用主要機械仕様一覧表

機械名	規格	用途	台数	仕様
バックホウ船	3.0 m ³	浚渫・砕岩	1	排水量150 T UH-30 搭載
T型ブレード	エア式 TB-30	砕岩	1	打撃エネルギー1900 kg-m 重量7400 kg
コンプレッサー	7 kg/cm ² 17 m ³ /min	〃	2	

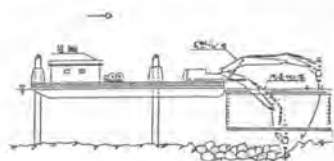
2-4 作業フローおよび作業要領

試験作業フロー

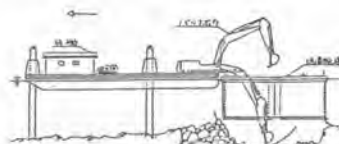


試験作業要領

(1) 砕岩



(2) 掘削



3. 試験結果

3-1 地質および岩石試験

試験地の岩盤は、キレツの間隔が比較的狭く、キレツの傾斜が鉛直に近い70~80°と子っていた。岩石試験の結果は表-2のとおりであった。

3-2 ブレードの砕岩能力

砕岩はベツチカット方式によって実施し、最適なブレード打撃ピッチと見い出すために数種打撃ピッチについて試験を行った。

表-2 岩石試験結果

単軸圧縮強度 (kg/cm ²)	529~1,174
圧裂引張強度 (kg/cm ²)	24.9~81.9
反発度 (R) 平均値	35.4~50.3

ブレーカによる砕岩量の測定は、砕岩前と砕岩終了後の地盤高さを計測する平均断面法で砕岩量を求め、残り量は潜水調査によって推測した。砕岩能力はブレーカの位置決め、打撃、引抜きに要した時間に打てる砕岩量と純砕岩能力とし、掘削面の平坦性の確認と小割に業ねたりッパ樹および作業台船の移動に要した時間を加えたときの実砕岩能力について調査した。

それぞれの作業能力は、表-3に示す。なお、試験結果の要約および考察は次のとおりである。

表-3 砕岩能力調査総括表

区分	打撃ピッケル (掘削方向と掘削方向)	時間(時-分)		砕岩量 m ³	純砕岩 能力 m ³ /h	実砕岩 能力 m ³ /h	1打撃当り		備考
		純砕岩	実砕岩				打撃時間	砕岩量	
初期 砕岩		4-12	4-38	14.3	3.4	3.1			
本 砕岩	0.875 x 0.6	3-28	3-56	29.1	8.4	7.4	4'05"	0.57	
〃	1.00 x 0.8	7-02	8-06	87.4	12.4	10.8	4'11"	0.87	
〃	1.33 x 0.6	4-32	5-19	52.1	11.5	9.8	3'29"	0.67	
〃	合計	15-06	17-06	168.6	10.6	9.9			

- 1) 初期砕岩(ベンチカットのための溝掘り)の能力は1/3程度であり、いかに自由面を有効に利用できるかということから、破砕力の小さい無差破工法では重要な問題である。
- 2) 打撃ピッケルは施工コストに直接関わるので、経済的に打撃ピッケルは現場の状況に応じて、掘削面の精度をも勘案して決めなければならぬ。
- 3) ピックステールの打込み深さは、岩質、風化の程度、キレツの数と方向等によって左右されるものであるが、実験の結果では図-4に示すごとく、1m程度が適当であった。

3-3 騒音、振動等

- 1) 騒音測定結果は、図-5、表-4に示す。ブレーカの定常打撃時の騒音は、79dB(A)/30mであり、気中時に比べ約15dBの減少があった。
- 2) ブレーカ打撃時の振動レベルは、50m付近(左岸堤防)で37dB(L)を記録し、卓越周波は40Hzであった。
- 3) ブレーカ作業時の上流側と下流側の騒音には顕著な差は見られなかった。

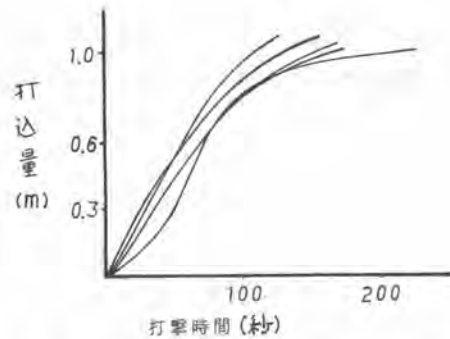


図-4 ピックステール打込量と打撃時間

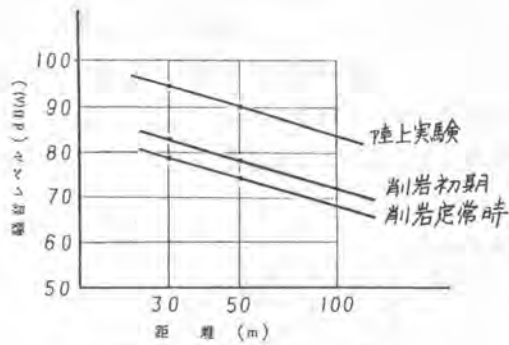


図-5 騒音レベル減衰

表-4 騒音レベル

作業種別	測定値	30m	50m
エンジン音		69	64
削岩初期		79~83	74~78
削岩定常時		74~79	69~74
水中空打		83	78
空中空打		93	88
浚渫機バタ		65(L50)	60(L50)
土砂落し		73~78	68~73

4. 検討課題

現地試験における水中施工によって、大型ブレーカ工法の砕岩能力をはじめとする施工性について把握することができず、今後の本格的な工事に備えて、施工能率や施工能力、精度の向上を図るための検討をはじめ、現地に適応させるための環境対策についての検討が必要である。

想定される検討事項とすると次のものがあろう。

1) 施工に関するもの

- ① ブレーカ砕岩作業、バックホウ浚渫作業等の効率的な作業要領についての検討
- ② 使用台船および機械台数と工期、工費の検討

2) 施工環境に関するもの

- ① 水中におけるブレーカの砕岩姿勢の確認と最適打撃姿勢の保持機能
- ② 砕岩地形や状況および根岩と砕岩塊の区別ができる水中観視の方法
- ③ バックホウによるスリ掘削時のバケット内のすくい量の確認方法

3) 騒音対策に関するもの

- ① 水中空打の不要なピッキングスチール形状の検討
- ② バックホウについては、ブレーカの取付方法、ブームの構造および台船へのマウント方法に拘る防音対策の検討
- ③ 作業船周辺への防音壁の設置についての検討

5. あとがき

この調査は、瀬田川において土砂浚渫を打撃として導入されたバックホウ船を利用して、発破を使用しないで公害防止面から許容される工法として、大型ブレーカを用いた現地試験を実施してきた。試験の結果は、所期の目的は達成され一定の成果を得られた。しかし、一方で水中施工の難しさを伺い知ることが判明した。

今後水中における施工性の向上のための問題点の解決と、施工場所の環境に適合させるため、施工機械類の音源対策と遮音対策について、最も効果的な解決方法を見出しに行きたい。