

紀の川岩出狭窄部対策事業（岩盤掘削）について

中田 博貴

和歌山河川国道事務所 工務第一課 (〒640-8227 和歌山県和歌山市西汀丁16番)

紀の川岩出狭窄部対策事業については、岩出狭窄部の水位低下を目的に拡幅水路の整備と河道掘削を実施するもので、拡幅水路の整備としては、既設の岩出頭首工の右岸側にバイパス水路を設置することで流下能力の向上をはかる。

拡幅水路工に係る岩盤掘削においては、受注業者である奥村組土木興業株式会社の技術提案により、近接する既設構造物や民家等に配慮した岩盤切削工法を実施しており、この技術の紹介及び当該現場における効果の検証等について報告する。

キーワード 狭窄部対策, 岩盤掘削, 少実績技術, 拡幅水路

1. はじめに

岩出狭窄部は紀の川19.0k付近に位置しており、川幅が狭く土砂が堆積しやすい箇所である。本箇所における治水対策工事として、拡幅水路を設置する工事を行う。

本工事については、岩出頭首工管理橋の橋脚及び魚道の近傍で岩掘削を行うため、橋脚および魚道の損傷や、基礎直下の地盤の緩みが発生する可能性がある。また、近接する民家への配慮も必要となる。

そのための問題解決として、当現場では低振動かつ低騒音で掘削できる岩盤切削工法を使用し、効果が認められたため、ここに報告する。



写真-1 岩出狭窄部

2. 事業概要

紀の川では浸水被害がたびたび発生しており、昭和28年7月の洪水では岩出橋が流失し、昭和34年の伊勢湾台風では井阪橋付近で紀の川から溢れた氾濫流による浸水被害が発生している。また、近年では内水による浸水被害も発生している。

岩出狭窄部は川幅が狭く、貴志川の合流により土砂が堆積しやすく、紀の川で治水上のネックとなっているため、2016年度（平成28年度）から概ね5年間で対策を実施する。

対策事業の実施内容としては大きく2つに分けられ、1つは河道掘削、もう1つは拡幅水路の整備である。

3. 拡幅水路について

(1) 工事の概要

拡幅水路の整備を行う工事である「岩出狭窄部拡幅水路工事」について説明する。本工事の工期は2017年（平成29年）9月29日から2020年（令和2年）2月28日であり、岩出狭窄部右岸側の河道を拡幅することで、岩出狭窄部の流下能力を向上させることを目的とした工事である。

また、1949年（昭和24年）より始まった「十津川紀の川総合開発事業」が進められた結果、紀の川には農業用水を引くための水路が数多く存在している。本工事施工箇所についても、農業を目的として取水するために川をせき止める施設である岩出頭首工が設置されている。本工事では河道の拡幅を行うとともに、将来的な農業用の取水が滞りなく行えるようにする。

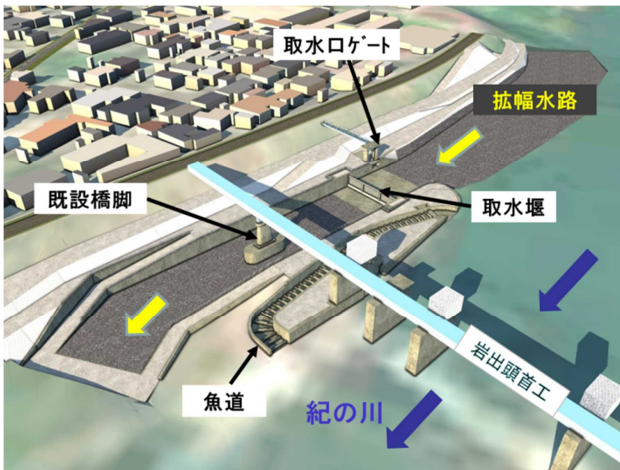


図-1 施工後イメージ図

(2) 工事における課題点

拡幅水路の整備を行う際、岩出頭首工管理橋の橋脚及び魚道の近傍の岩掘削を行う。構造物の損傷や地盤の緩みに配慮する必要があるため、低振動で掘削できる工法が求められる。さらに、当工事箇所においては民家が近接しており、振動だけでなく騒音についての配慮も求められる。

本工事は入札時に、社会的要請への対応に関する項目として、「近接する既設構造物や民家等に対する工事影響の軽減のための工夫とその効果」について技術提案を求め、その提案内容を評価して落札者を決定する総合評価落札方式の工事である。

次章以降では、本工事受注者が提案した岩盤切削工法について説明する。

4. 岩盤切削工法について

(1) 工法概要

本工法は、奥村組土木興業株式会社とドイツのヴィルトゲン社が共同で開発した岩盤切削機を使用するもので、軟岩から硬岩まで幅広い領域の岩盤に対して、低騒音・低振動な切削を実現するものである。

1999年に新技術情報提供システム（NETIS）に登録され、2009年8月には「少実績優良技術」として評価されている。（2015年11月20日で掲載終了）

(2) 岩盤切削機の仕様

岩盤切削機は、切削ビットを螺旋状に装着した掘削用回転ドラム（切削ドラム）を胴体中央部に配置し、本体の自重を反力として、切削ドラムを前方へ掻き上げる方向に回転させることによって連続的に岩盤を掘削するものである（図-2）。岩盤切削機的主要仕様は表-1に示すとおりであり、切削幅は2.5m、最大切削深さは35cmである。標準的な条件での掘削能力は、中硬岩の場合が200～250m³/日、硬岩の場合が50～100m³/日である。

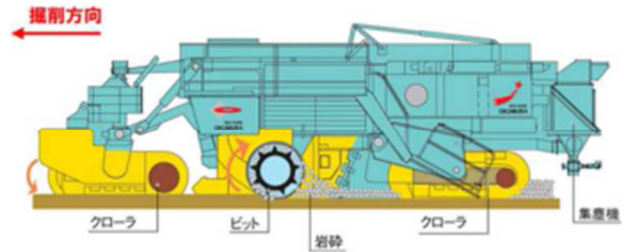


図-2 岩盤切削機(2500SM)の構造概要図

表-1 岩盤切削機の仕様

項目		単位	2500SM
機械寸法	全長	mm	12,920
	全幅	mm	3,710
	全高	mm	4,090
	重量(作業時)	kg	133,000
切削ドラム	切削幅	mm	2,500
	最大切削深	mm	350
	直径	mm	1,400
	回転数	rpm	47
	ビット本数	本	114
走行性能	定格出力	kw(PS)	895(1,217)
	作業速度	m/min	0～25
	走行速度	km/h	0～3.9
	登坂能力	度(%)	20(36)
	最小回転半径	m	15



写真-2 岩盤切削機(2500SM)

(3) 活用箇所

岩盤切削工法の活用箇所については、図-3に示す範囲に加え、拡幅水路部上流側についても掘削を行った。また、構造物から10cm程度の範囲については岩盤切削工法で施工できないため、鉛直壁の岩掘削で実績がある「硬岩溝切削機」を使用した。

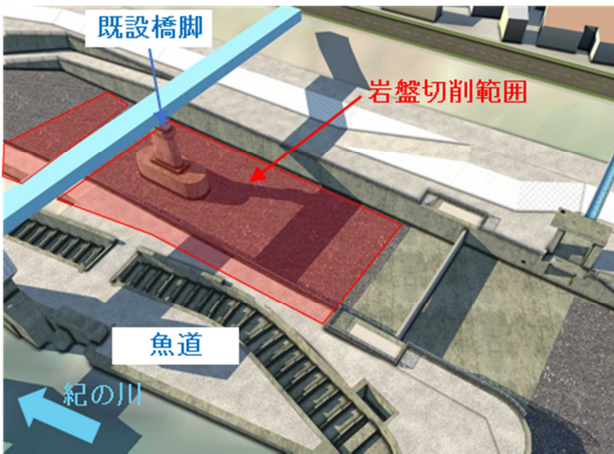


図-3 既設橋脚および魚道近傍の掘削範囲

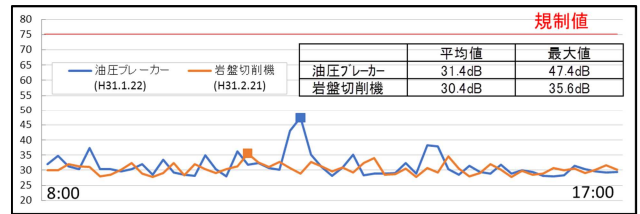


図-4 振動測定結果比較

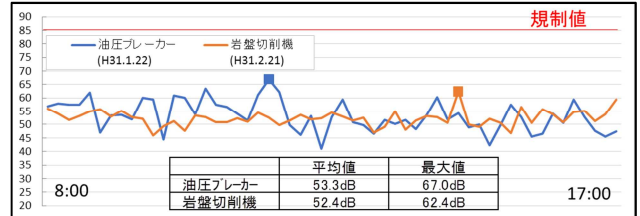


図-5 騒音測定結果比較

表-2 計測管理値

	1次管理値	2次管理値
鉛直変位	±8.0mm	±10.0mm
傾斜角	±3.9分	±5.1分



写真-3 硬岩溝切削機

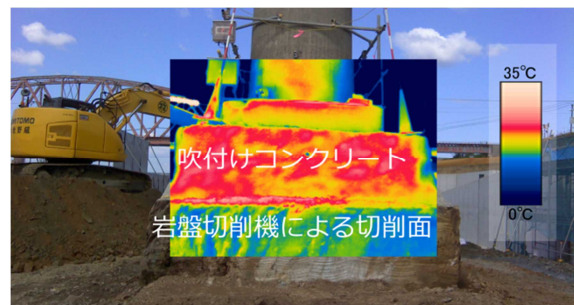


写真-4 赤外線による温度分布

5. 課題に対する効果の検証

実際に現場にて活用した岩盤切削機について、工事における課題点が実際の施工において解消されているかどうかを検証する。

(1) 家屋への影響

敷地境界にて振動を測定した結果、岩盤切削機を使用した日の最大値は35.6dB、平均値は30.4dBであり、規制値を下回っている。

また、同じく敷地境界にて騒音を測定した結果、岩盤切削機を使用した日の最大値は62.4dB、平均値は52.4dBであり、規制値を下回っている。

(2) 既設構造物への影響

橋脚の変位について継続的に計測しており、既設橋脚本体および基礎部にプリズムを設置して、掘削開始から橋脚保護完了まで、3次元変位を自動計測して監視を行った。掘削開始前の事前計測により、管理基準値を表-2のとおり定めたが、施工期間中に1次管理値を超えること

はなかった。

前節にて述べた振動の計測結果を見ると、油圧ブレーカーと比べて突発的に大きな振動が発生していないことから、既設構造物への影響を軽減できたと考えられる。

6. 現場における考察結果

(1) 切削面の健全性

切削面を赤外線カメラで撮影した結果、切削部と何も手を加えていない部分を比較しても温度変化は見られなかった。

また、本施工現場によるものではないが、発破による残壁と切削機を用いた施工による残壁を比較すると、切削機による残壁の方が温度は低い状態であった。これは、発破により亀裂が生じている範囲は外部から供給される熱が均一に壁内部へ拡散せず表面温度が上がるのに対して、健全な範囲は熱が均一に壁内部へ拡散するこ

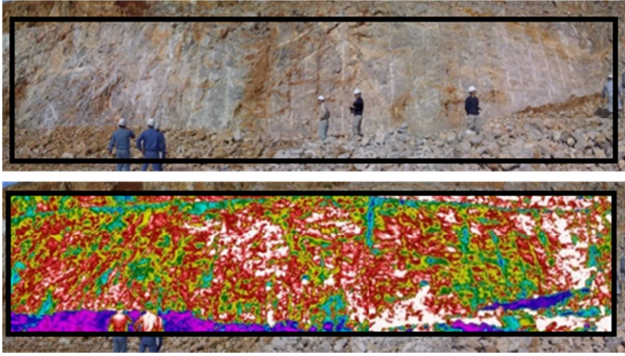


写真-5 発破（プレスプリッティング工法）による残壁の温度分布状況（参考）

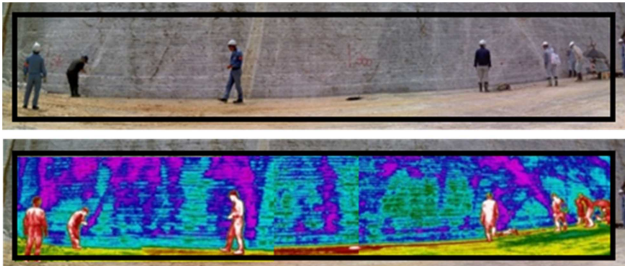


写真-6 岩盤切削機による残壁の温度分布状況（参考）

とにより表面温度が上がりにくいことによるものである。

このことから、岩盤切削工法による切削面の健全性は高いといえる。

(2) 作業効率の向上

中硬岩に対して油圧ブレイカーを用いた場合、1台当たり掘削量は41m³/日であるが、岩盤切削機を用いた場合の掘削量は、1台当たり200～250m³/日であり、1台分で比較すると約5倍掘削効率が上がる。

さらに、回転式ドラムによる切削面は、油圧ブレイカー等による切削面と比較して平滑に仕上がるため、切削直後に重機等の車両が通行可能であり、作業効率が向上した。

(3) PR効果

今回使用した岩盤切削機は日本に5台しかないものであり、現場で活用している期間内に開催した地元小学生を対象とした現場見学会では、実際に切削している状況を見てもらい、興味を持ってもらえた。



写真-7 切削後の仕上がり面の状況

(4) 岩盤切削工法の課題点

岩盤切削機の大きさや切削ドラムの配置の関係上、岩盤切削機から前後5m程度、横方向に10cm程度の間に構造物があると掘削できないという課題があるが、硬岩溝切削機と併用することで対応可能である。

7. まとめ

岩盤切削機を用いることで、油圧ブレイカーを用いるよりも振動・騒音が低減されていることが本工事現場にて検証できた。また、岩盤を薄層で削り取るため、掘削作業による地盤の緩みも極めて限定的で切削面の健全性が確保されており、近傍の構造物にも損傷は認められない。さらに、作業の効率化という観点からも有効であった。

既存構造物付近での岩掘削や、振動、騒音を与えてはならない施設（民家、病院等）が近くに存在する現場での岩掘削を行う際は、本工法を採用することが1つの有効な手段であると考えられる。

謝辞：本論文の作成にあたり、数々のご指導を頂いた皆様、また日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いた関係者の皆様に、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 資源素材学会：機械掘削により整形した残壁の健全性評価（奥村組土木興業株式会社、宇部興産株式会社）