

カーテングラウチングへの影響を考慮したトンネル掘削工法について

西松建設(株) 六甲アイランド出張所 正会員 ○宮園 翼
西松建設(株) 岡山田益出張所 奥田 康信、本社 土木技術部 八木 秀親

1. はじめに

ダム の 湛水開始にあたり、ダムサイトの左岸側に存在する熊川発電所の導水路トンネルを閉塞する必要があった。閉塞を開始する前にトンネル内でボーリンググラウチングが計画されていたが、最小断面が 0.9m×0.9m と狭く、ボーリングマシンを入れて作業を行うことが困難であった(写真-1)。安全で確実に作業を行うため、拡幅掘削を行うこととなったが、既にダム本体の基礎処理工は着手済みであったため、基礎処理工のカーテングラウチングに影響を与えない掘削方法が要求された。本稿ではその対策として採用したトンネル掘削工法(制御発破と人力割岩掘削)の施工実績について報告する。

2. 工事概要

河内川ダム建設工事(ダム本体工事)は、福井県三方上中郡若狭町の北川水系河内川に位置する重力式コンクリートダムである。発電導水路閉塞工の施工箇所は堤体左岸側に位置する(図-1)。

3. 制御発破について

①規制値

カーテングラウチングに影響を与える発破作業による振動の規制値は定められていなかったため、文献資料の中で最も厳しい規制値の変位速度(0.5 kine)を採用した。

変位速度の推定には次の式を適用した。

$$V = K \times W^{0.75} \times D^{-2}$$

(V: 変位速度(kine), K: 発破条件や岩盤特性によって変化する係数, W: 段当たりの薬量(kg), D: 発破場所からの距離(m))

②制御発破

振動を抑制するため、雷管の段数を増やし1段当りの薬量を1.6kg以下とした(図-2)。

③計測結果

トンネル内での振動の計測結果から逆算し、0.5kine以下を満足するのはカーテングラウチングと導水路トンネルの交差位置から15mであることがわかった。

4. 人力割岩掘削について

①油圧割岩工法について

割岩工法は、岩盤破碎工法のひとつで、油圧で岩盤に圧力を加える工法である。主に市街地等の周辺環境への配慮が要求される場合に用いられ、掘削断面の大きなトンネル工事では専用重機を用いることが可能である。本工事の断面で使用できる専用重機はなかったため、人力割岩機械の中からロックスプリッターを採用した。

キーワード 制御発破, ロックスプリッター, 人力割岩掘削

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門1-17-1 虎ノ門ヒルズビジネスタワー 西松建設株式会社 土木 TEL03-3502-0218



写真-1 導水路トンネル内部

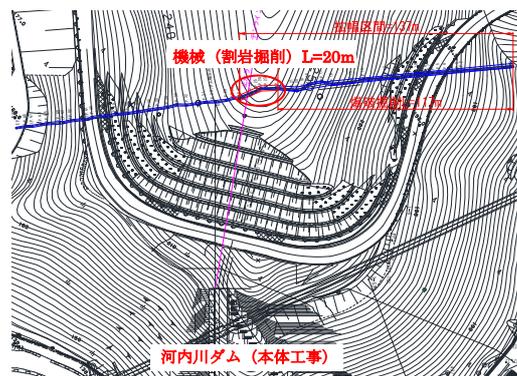


図-1 河内川ダム平面図

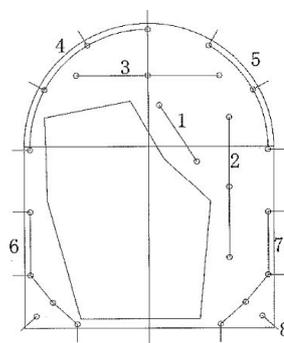


図-2 発破設計 (1.6kg/段以下)

掘削長	1	m
断面積	4.88	m ²
掘削体積	4.9	m ³
原単位(爆薬)	2.04	kg/m ³
原単位(雷管)	5.12	孔/m ²

掘削部分	段数	格段孔数(孔)	各孔装薬量(孔)	合計装薬量(kg/段)
全断面	DS1	2	0.4	0.8
	DS2	3	0.4	1.2
	DS3	3	0.4	1.2
	DS4	4	0.4	1.6
	DS5	3	0.4	1.2
	DS6	4	0.4	1.6
	DS7	4	0.4	1.6
	DS8	2	0.4	0.8
合計	雷管計(個)	25	爆薬計(kg)	10.0

② ロックスプリッターの特徴

ロックスプリッターは穿孔した孔に挿入するパワーシリンダーと油圧を制御する油圧ユニットで構成され、1台の油圧ユニットで同時に4本のパワーシリンダーを稼働させることができる(図-3)。パワーシリンダーにはピストン(φ30mm)が10箇所あり、油圧ユニットからの油圧により上下させることができる(ストローク長:19mm)(写真-2,3)。穿孔した孔にパワーシリンダーを挿入し、自由面に向かってピストンすることにより、大きな亀裂を発生させる。



図-3 ロックスプリッターによる人力割岩工法

写真-2 パワーシリンダー(4本)

写真-3 パワーシリンダー突起部詳細

③ 孔配置

穿孔径は、パワーシリンダーの外径と岩質を考慮して85mmとし、削孔間隔は割岩効果を考慮して300mmとした(写真-5)。有効穿孔深さは700mmとし、余掘りを含めて、900~1000mmの穿孔を行った。既設の導水路が中央にあるため、トンネル掘削に必要な自由面を形成する心抜き作業が不要であった。

④ 人力割岩掘削実績

人力割岩掘削の施工フローは穿孔、割岩、小割り、ズリ搬出の繰り返しであるが、割岩で地山が不安定になるため、岩盤状況を見極めながら小割とズリ搬出を行う必要があった(図-4)。

昼夜の2交代で施工し、進捗は1.3m/日であった。(内訳:穿孔38%、割岩11%、掘削16%、ずり出し19%、吹付16%)



写真-5 割岩状況



写真-6 割岩完了

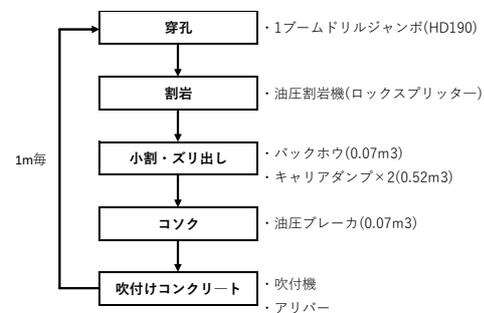


図-4 施工フロー

おわりに

試験湛水の結果、異状は見られなかったため、火薬掘削による影響はなかったと考える。ロックスプリッターは他の人力油圧割岩機と比べて穿孔長が有孔長と同程度であるため、最も時間がかかる穿孔作業の時間を短縮することが可能である。また、パワーシリンダーを同時に4本使用することができるため、割岩作業の短縮が可能である。

ただし、パワーシリンダーのピストンのストローク長には限界があるため、硬岩に対しては有効だが、軟岩や、緩んだ岩盤に対しては、割岩効果が少なくなる。ロックスプリッターを適用するには、掘削対象の岩質を見極める必要がある。施工中の問題点として、ロックスプリッターを大きな断面(2m以上)で使用する場合は、人力でパワーシリンダー(27kg/本)を持ち上げるための足場が必要となるため、安全上の配慮が必要である。

割岩の際、岩盤に亀裂が生じ不安定になるため、パワーシリンダーを人力で引抜く際は岩盤の状況を十分観察する必要があった。自由面の形成、穿孔間隔については今後、検証が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 日本化薬工業会: あんな発破こんな発破 発破事例集, 平成14年3月