

6. 基礎処理工事の合理化を目指した 高所ボーリングマシンの開発

ハザマ：*秋田 真良、森 秀文、

青山機工(株)：隈本 開男

1. はじめに

ダム基礎処理工事のうちコンソリデーショングラウチングは、施工対象が各々のダムサイト特有の基礎岩盤であるため、一律に効果的な施工方法を定めることは難しい。そこで今回施工対象とした現場の特徴である堅硬な岩盤、急峻な堤敷面および打設工法として面状工法の採用を考慮して、法面に足場を組み立てることなく中央内挿法による施工を維持できる、自走式高所ボーリングマシンを開発し、現場適用を図った。

2. 従来の施工方法

コンソリデーショングラウチングはコンクリート打設前施工あるいは打設後施工のいずれかで施工方法が異なる。工法別の概要を表-1 に示す。施工方法の選定には岩盤の強度、割れ目の発達程度、リーク、打設設備、工程などを考慮して決定する。また、この選定は打設工程に影響を与える。柱状工法の場合、打設後施工であっても打設ブロック数が多いため全体工程に与える影響を小さくできる。そこで足場の組立・解体を必要としない打設後施工を選定する事例が多い。一方、面状工法の場合、直上リフトまでの打設間隔が短いために打設後施工では打設工程に与える影響が大きい。そこで打設工程に余裕のない現場では、打設前施工を採用している事例¹⁾もある。

表-1 施工方法別の概要

	打設後施工	打設前施工
概念図		
施工方法	2~3リフト打設後、打設面より施工	打設前に堤敷面に組立てた足場の上から施工
削孔機械	岩盤性状に応じた削孔機械の選択が可能	軽量のロータリーボーリングマシンが中心
注入効率	リークが少ない	亀裂性岩盤の場合、リークが多い
デメリット	コンクリートを削孔する必要がある	堤敷面に総足場を組立てる必要がある

3. 自走式高所ボーリングマシンの開発

(1) 開発の経緯

適用したダム現場の主な特徴を表-2 に、コンソリデーショングラウチングの孔配置図を図-1 に示す。1次孔の孔間隔が10m 格子であることから、中央内挿法で施工するためには10mの高低差を同時に施

工する必要があった。また、基礎岩盤の特徴として、岩質が堅硬、堤敷法面勾配が平均 45° と急峻であった。コンソリデーショングラウチングは打設工程に与える影響を小さくするために打設前施工を採用する必要があった。しかし、堤敷全面にわたってパーカッション方式による削孔でも、孔壁が自立するほど堅硬な基礎岩盤に、従来の打設前施工方法である、総足場によるロータリー削孔方式を適用することは、コスト面での負担が大きい。そこで、基礎処理工のうち削孔方式について次の点で合理化を図ることを検討した。

- ① 削孔速度の速い、パーカッション方式による削孔
- ② 足場の組立・解体をなくし、10m の高低差を打設面から施工

①については、パーカッション方式での課題とされている岩粉による孔壁の目詰まりを解消する必要があった。そこで、試験グラウトを行い、適用岩盤の場合、水および圧縮空気による孔内洗浄を行うことが有効であることを確認した。

②については、高所を掘削するパワーショベルを開発機械のイメージとし、汎用性、重量、躯体のバランス、狭隘部での施工性を考慮した。

以上より、ロングブームを取り付けた 0.65m³ 級バックホウのアタッチメントにパーカッション式削孔機を組み合わせた、自走式高所ボーリングマシンを開発した。

表-2 適用現場の主な特徴

ダム形状 の概要	型式	重力式コンクリートダム
	堤高	120m
	堤頂長	350m
	堤体積	72 万 m ³
打設工法	RCD 工法・拡張レーヤ工法	
主な地質	チャートおよび泥質岩基質の混在岩	
コンソリデー ショングラウ チング 施工仕様	孔配置	5m×5m 正方形格子
	改良深度	5m
	削孔長	5.5m

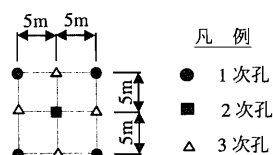


図-1 孔配置図

(2) 開発機械の仕様と特徴

開発機械の外観図を図-2 に、仕様を表-3 に示す。

開発機械は次のような特徴を有する。

- ① 最大削孔高さが10mであるため一次孔の10m格子であっても中央内挿法による施工が可能であり、注入用の足場として高所作業車を併用することで足場の組立・解体が必要ない。
- ② 20t 級クレーンを有するダムであれば、そのままの状態、13.5t 級クレーンであればカウンターウエイト及びガイドシェルを外した状態で堤体への搬出入が可能である。
- ③ 削孔時、水および圧縮空気による孔内洗浄が可能である。
- ④ ロッドの継ぎ足しを自動で行い、最大 7.5m まで削孔可能である。
- ⑤ 位置決め時の補助機械としてガイドシェルの先端付近に監視カメラを設置しており目視確認できる。
- ⑥ 削孔機の操作盤は軽量であるため携帯して遠隔操作が可能である。したがって、法面からの落石に対しても安全である。

表-3 主な仕様

ベースマシン	バックホウ 0.65m ³ 級(ロングブーム付)	
運転質量	19.45t	
最大削孔深さ	7.5m	
最大削孔高さ	10.0m	
使用ロッド	径	38mm
	長さ	4,310mm+3,660mm
ドリフタ	質量	165kg
	打撃数	2,300~2,800bpm
	回転数	0~250rpm
ガイドシエル全長	6.95m	
全長×全幅×全高	10,510mm×2,490mm×3,540mm	
登坂能力	35°	

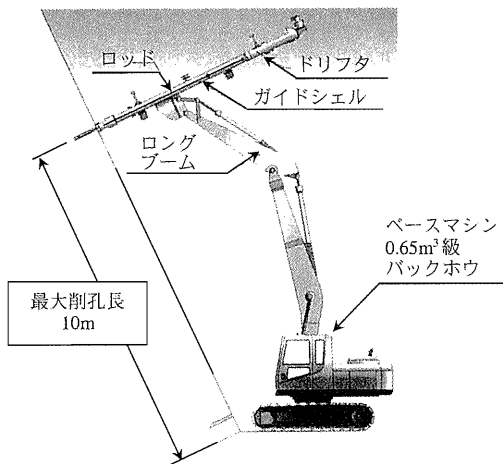


図-2 外観図

4. 施工実績

これまでの施工実績を以下に整理する。なお、1本当たりの削孔長は5.5mである。施工状況を写真-1に示す。施工サイクルと削孔、準備時間の区分を図-2に示す。ここで、仮設準備とは堤体上での給水、給気ホースの移動および部分的な法面の通路撤去などである。削孔・準備時間の分布を図-3に示す。また、日当たりの削孔本数と準備時間の関係を図-4に示す。



写真-1 施工状況

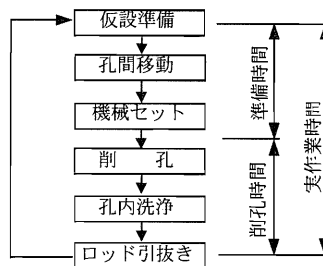


図-2 施工サイクル

①削孔・準備時間について

図-3より削孔時間は概ね15~40分/本に分布しており、全データの平均は30.4分/本、標準偏差は20.7分/本であった。準備時間は概ね10~35分/本に分布しており、データの平均は21.8分/本、標準偏差は8.9分/本であった。従って、実作業は52分/本、1m当たりの実作業時間は9.5分であった。ダム工事の積算資料²⁾によれば、硬岩を対象としたクロードリルによるパーカッション削孔の場合、1m当たり実作業時間は10.9分である。開発機械による実績にはばらつきがあるものの、ほぼ同等の結果が得られた。

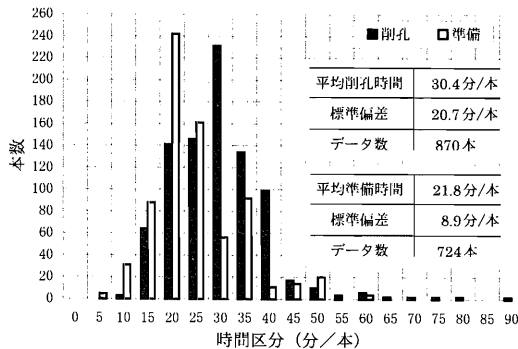


図-3 削孔・準備時間の分布

②日削孔本数と準備時間の関係について

図4より削孔本数が10本/日以下の場合、平均準備時間は4～56分/本に分布しており、平均値は23.3分/本であった。10本/日より多い場合、準備時間は7～22分/本、平均値は16.2分/本であり10本以下の場合より短くなった。この理由としては、10本以下の場合、型枠作業との調整あるいは堤敷法面に設置している仮設通路の部分的な撤去作業などが含まれていたためである。また、削孔本数が10本より多く確保出来た場合は、連続的に削孔作業を行っており、他作業による拘束がなかったためである。したがって、他の作業による拘束を受けない場合の準備時間は16分/本程度と考えられる。

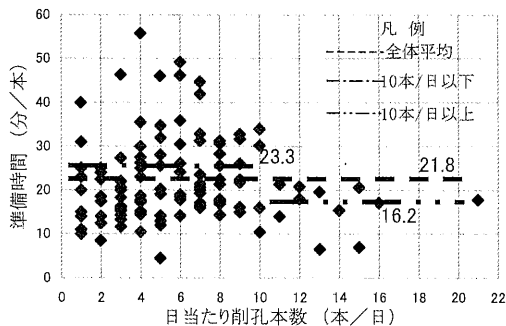


図-4 削孔本数と準備時間の関係

5. おわりに

今回は現場条件から施工足場、削孔方法に着目して合理化を図り、削孔延長 10,000m を大きなトラブルもなく進捗することができた。またコンクリート打設工程に影響を与えることなく完了できた。

今後は、適用岩盤の拡大、削孔の自動化などに取り組むことで他ダムにおいても本開発機械を導入し、合理化に寄与していきたい。

[参考文献]

- 1) (財) 日本ダム協会 RCD 工法施工研究会：改訂版 RCD 工法施工の手引き， pp.262， 1994.
- 2) (財) ダム技術センター：ダム工事積算の解説平成 13 年度版， pp.279-282， 2001.