

トンネル小断面 NATM (発破掘削) と集水ボーリングの施工 — 滝沢ダム滝ノ沢地区排水トンネル —

東京支店	土木工事部	弗田和人
東京支店	土木工事部	國友勇武
東京支店	土木工事部	太田有一
東京支店	土木工事部	新井雅晴

1. はじめに

滝沢ダムは埼玉県西部山間部に位置し、荒川の治水と東京都・埼玉県への利水を目的とした多目的ダムである。周りには多くの地すべりブロックが存在し、対策工として排水横ボーリング工・集水井が実施されていたが、試験湛水時に変状が認められ追加対策が必要と評価された。当工事はその対策工として排水トンネル工及び集水ボーリング工を施工したものである。対岸から見た施工位置周辺を写真-1に示す。



写真-1 施工位置全景 (対岸より)

2. 工事概要

2.1 工事概要

工事名：滝沢ダム滝ノ沢地区排水トンネル工事
 工事場所：埼玉県秩父市大滝地内
 工期：平成22年6月30日～平成23年3月6日
 工事数量：排水トンネル工 (小断面 NATM 全断面発破掘削)

- ・延長 227.4m
- ・標準部 掘削幅 2.7m, 掘削断面 6.4m²
- ・拡幅部 掘削幅 4.5m, 掘削断面 15.8m²

集水ボーリング工 (φ90 二重管方式)

- ・本数 151本 ・総延長 6,985m
- ・削孔長 30m～65m (平均 46m)
- ・削孔角度 上向き 30°～90°

2.2 地質概要

施工箇所は四十十帯大滝層群に属しており粘板岩が卓越し、次いで輝緑凝灰岩が多く分布している。他に砂岩、チャート、ごく一部に石灰岩が分布する。粘板岩と輝緑凝灰岩が全体の約90%を占める。

3. 施工上の問題点と対策

3.1 排水トンネル工

3.1.1 サイクルタイムの改善

トンネル坑口より 30m～150m 区間において、対象地質である粘板岩は硬岩相を呈し、かつ層状・塊状を混在するものであり、発破後の掘り残し (アタリ) がしばしば発生した。アタリを残した場合、再発破やブレーカーによる機械掘削を行わなければならない、サイクルタイムを悪化させる第一の要因となった。そこで発破孔数および装薬量の増加を試みると同時に、トンネル施工に関わる全体的なサイクルタイム改善を目的に図-1に示すように5つある試錐座の内、第1・第3試錐座を拡幅し使用重機の待機スペースを確保することで、トンネル進捗が進むにつれて増加する重機移動時間の短縮を図った。施工時の坑内状況を写真-2に、各施工区間別のサイクルタイムを表-1に示す。第1試錐座～第3試錐座においては曲線区間でありサイクルタイムの増加が認められるが、第3試錐座以降は逆に減少する結果となった。

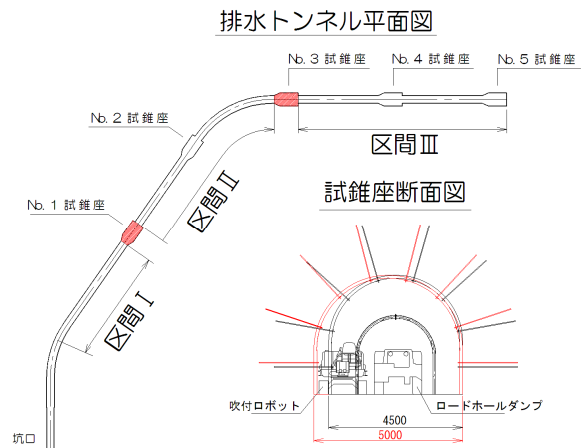


図-1 排水トンネル試錐座拡幅図



写真-2 坑内状況 (第3試錐座)

表-1 サイクルタイム

区間	断面	CII-N
	1 進行長	
		1.2m
I		481分
II		520分
III		461分

3.1.2 吹付コンクリートの閉塞

吹付コンクリートの施工においては坑内環境に配慮した湿式とし、各使用機械を図-2に示すよう配置した。施工当初は順調であったが、コンクリート圧送距離が長くなるに従い配管内での閉塞を生じる頻度が増加した。原因調査の結果、コンクリートのスランプが大きな場合に吹付機から吹付ロボット間の圧送管内で材料分離が発生し閉塞することがわかった。しかしスランプが小さ過ぎると、吹付時のリバウンドロスが多くなるため、スランプを13cm~15cmにて適正に管理し、かつ吹付機から吹付ロボット間の圧送距離をできるだけ短く機械配置することで対応した。

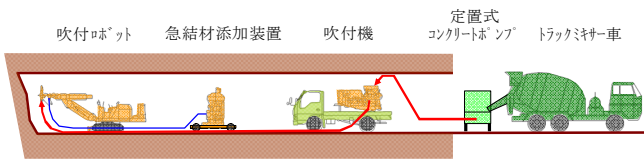


図-2 吹付コンクリート機械配置図

3.2 集水ボーリング工

当工事の集水ボーリング工は、すべり面下部に位置する排水トンネル内の各試験座からすべり面上部へ向けて、ロータリーパーカッションドリルによる二重管方式で施工を行った。図-3に標準施工フローを示す。

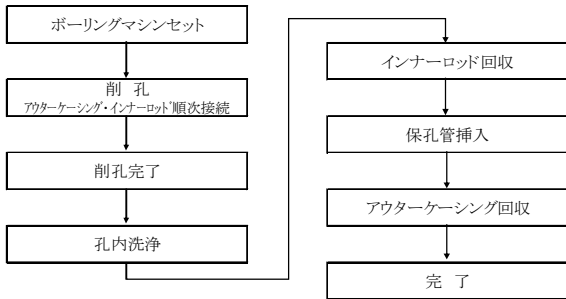


図-3 集水ボーリング工標準施工フロー

当初保孔管にはVP40をネジ接続したものを使用していたが、アウターケーシング回収時に保孔管の共下がりが発生し、ボーリングマシンで保孔管を押し戻す際に、接続部または管本体にて破損する現象が多数発生した(写真-3)。原因は、孔壁自立不能箇所(亀裂発達・風化・互層・湧水発生箇所)においてアウターケーシングと保孔管の隙間に崩落岩が挟まり閉塞するものと考えられた(写真-4)。



写真-3 保孔管破損状況



写真-4 閉塞状況

そこで、保孔管の接続方法、管径、種別を変更し、試験施工を行った。結果を表-2に示す。

表-2 試験施工結果

試験施工内容	理由・目的	結果
当初		約半数で保孔管破損
保孔管接続にインナーソケットを使用	保孔管の破断・破損箇所としてはネジ接続部が多いため、インナーソケットを使用することにより管接続部の強度増加を図る。 	× 共下がり発生 接続部で破損
保孔管接続にISソケットを使用	上記と同じ理由の他、管接続部外径とケーシングの隙間を小さくすることで礫・土砂の混入防止を図る。 	× 共下がり発生 接続部で破損
VP50を保孔管として使用	管径を1サイズ大きくすることで管強度の増加と礫・土砂の混入防止を図る。 	1ヶ所目：○ 孔壁崩壊無し 2ヶ所目：× 共下がり発生 接続部で破損
SGPφ40を保孔管として使用	保孔管を鋼管とすることで、共下がり発生時のボーリングマシンによる押し戻しにも耐えうる強度とする。 	○ 共下がりが生じたが、押し戻し可能

また、施工を進める中で孔壁崩壊が発生した場合には、再施工の際も同様の結果となる場合が多いこと、上向き角度が大きい場合に孔壁崩壊が発生する可能性が高いことがわかった。以上より、再施工時および高角度施工箇所についてはSGPφ40を使用するよう変更した。最終的な保孔管の種別数量を表-3に示す。

表-3 保孔管種別数量

保孔管種別	VP40	VP50	SGP40
本数 (本)	65	1	85
延長 (m)	3,140	45	3,800

4. まとめ

当工事は工期短縮を技術提案し、受注した物件であった。結果的に目標とする工期短縮日数には達しなかったものの、前述したような問題の多い条件下のもと無事故で工事を完成させることができた。

Key Words : トンネル, NATM, 地すべり, ボーリング



弗田和人

國友勇武

太田有一

新井雅晴