

手結山第1トンネル工事におけるトンネル直上の貯水池水源対策工

大成建設(株) 正会員 鈴木 健司
 大成建設(株) 正会員 ○小川 普史

1. 目的

手結山第1トンネルは、高知県東部地区南国市～安芸市間に位置し、自動車専用道路のトンネル(施工延長 L=1,359m)として計画されたものである(図-1)。

当該トンネルは、終点側約300mの区間が低土被りであり、且つ地表部に貯水池が存在していた。この貯水池とトンネルとの離隔は、2D程度である。既往の調査結果からトンネル通過断面部の岩盤は難透水層のものであるが、トンネル掘削断面に対する難透水層(透水係数 $k=2.6\sim 7.8E-8m/s$)の厚みは1Dを切っていた(図-2)。当該貯水池は、沢部からの流入水と地下からの伏流水の2種類の水源を持っており、全体の7割を地下からの伏流水に頼っている。この貯水池は、利水権利者が30数名の灌漑用水用の貯水池であるため当該トンネル施工において貯水池、及びその水源からの湧水抑制対策が必要となった。

2. 対策検討及び調査項目

既往調査では、当該箇所の地質が砂岩・泥岩の互層により構成されていること、トンネル通過部は、難透水層であることが記されていたが、地盤内の亀裂方向や透水性の検討が不十分であったため、風化岩・新鮮岩部の境界深度、岩盤の透水性、亀裂方向等の詳細な確認をすべく追加調査を実施した(表-1)。

3. 対策工の選定

トンネル通過部と貯水池及びその水源の両者に干渉する亀裂が存在し、トンネル坑内への湧水が懸念されるため、水平ボーリングにより対策範囲を決定し、湧水抑制工を施すこととした。抑制工選定にあたり、以下の点を考慮し対策工を選定した。

- 対象岩盤が中硬岩であり、掘削は発破によらざるを得ない。(トンネル周辺地山の発破による緩みによる湧水の助長)
- 対象地質は、砂岩泥岩の互層であり、地層面の傾斜は高角度であり、走行方向がトンネル軸とほぼ直交するためトンネル軸方向への地層の連続が悪い。このため層理面等の不連続面が水みちとなり貯水池からの直接的な湧水が発生する懸念がある。

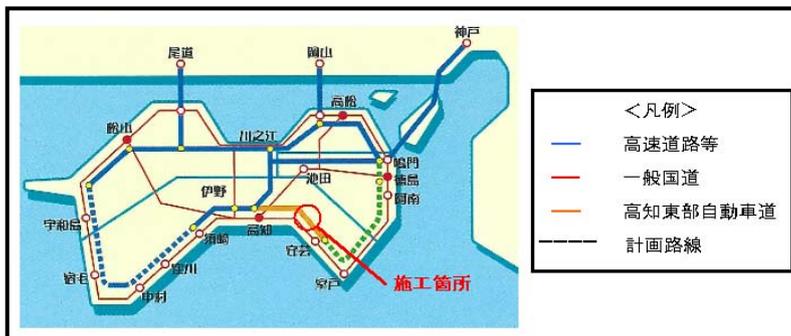


図-1：施工箇所位置図

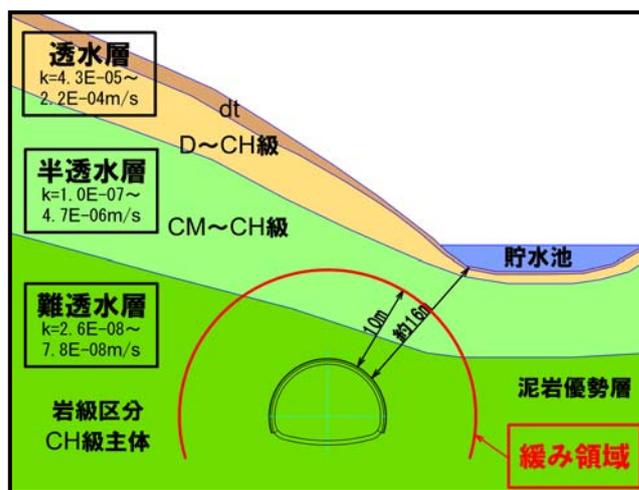


図-2：対策対象箇所横断面図

表-1：調査項目一覧表

| | 事前調査 | | 施工時調査 |
|--------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | 既往調査 | 追加調査 | |
| 孔名 | No. 1, No. 2, No. 3 | A孔, B孔 | — |
| 目的 | 泥岩・砂泥互層境界部の深度 透水性 | 風化岩・新鮮岩部境界の深度 透水性, 亀裂方向 | 風化岩・新鮮岩部境界の深度 亀裂位置(水みち)の特定 |
| 方向 | 鉛直 | 鉛直 | 水平 |
| 延長[m] | 30m程度 | 30m程度 | 100m×3回 |
| コア・リガ | ○ | ○ | ○ |
| ボアホール | — | ○ | — |
| 透水試験 | ○ | ○ | — |
| 地下水検層(塩水希釈) | ○(No. 1孔のみ) | ○ | — |
| 地下水位 水圧観測 | — | ○ | — |

キーワード 手結山第1トンネル, 低土被り, 湧水抑制, 長尺鋼管先受工, 二重管ダブルパッカー, 薬液注入
 連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設(株)トンネル技術室 TEL 03-5381-5285 FAX 03-5381-5296

今回実施した湧水抑制対策工は、以下の通りである。

- ① 浸透注入型長尺鋼管先受工（少量湧水対策：L=251m）
逆止弁付の注入穴を設けた先受け鋼管を外管とし、二重管ダブルパッカー方式の薬液注入を可能とした長尺鋼管先受工を採用した。連続して出水する少量の湧水に先立ち、トンネル上半外周 120～180 度に長さ 12.5m（ラップ長 3.5m）の止水ゾーン(t=800mm 程度)を形成でき、地山の緩みは、鋼管の剛性により抑止できる(図-3)。
- ② 切羽前方放射状注入工（大量湧水対策：L=63m）
切羽からバルクヘッドとして 9m 地山を残し、その前方のトンネル外周部に厚さ 5m、シフト長 18～27mの止水注入工を採用した。トンネル全周に薬液注入を施すことで、シームレスに湧水抑制が可能となる(図-4)。
- ③ ロックボルトの不利用
トンネル外周に存在する難透水層が、貯水池に向かって薄く、ロックボルトの削孔が、湧水を誘発する懸念があるため、吹付けコンクリートの吹付厚を厚くする（DⅠ：15→20cm，DⅢ：25→30cm）ことで対応し対策区間のロックボルトを不利用とした(図-3)。

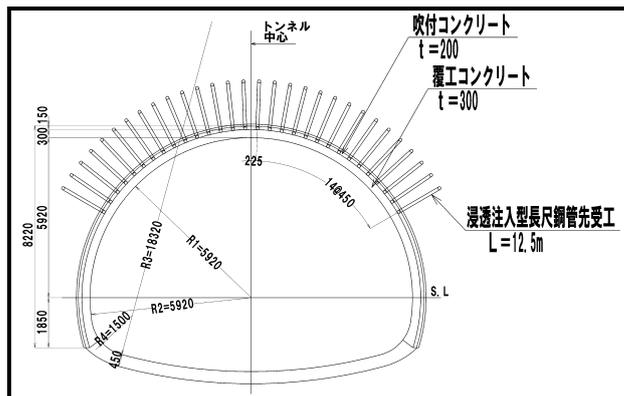


図-3：標準断面図

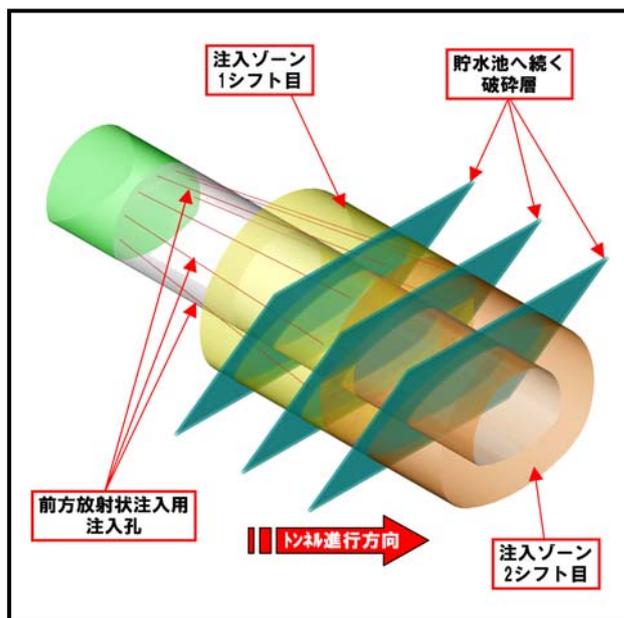


図-4：切羽前方放射状注入概要図

4. おわりに

施工時調査である水平ボーリング（φ135mm，L=100m，図-5）でボーリング孔からの最大湧水量が、約 800ℓ/分という結果と甚大であったが、抑止工を施した結果、

対策区間（L=251m）の総湧水量を 100ℓ/分程度に抑えることができた。

貯水池及びその水源への影響については、現在継続して経過観察中であり別途機会に報告する予定である。

本工事の施工に際し、ご協力頂きました関係者の皆様に感謝いたします。

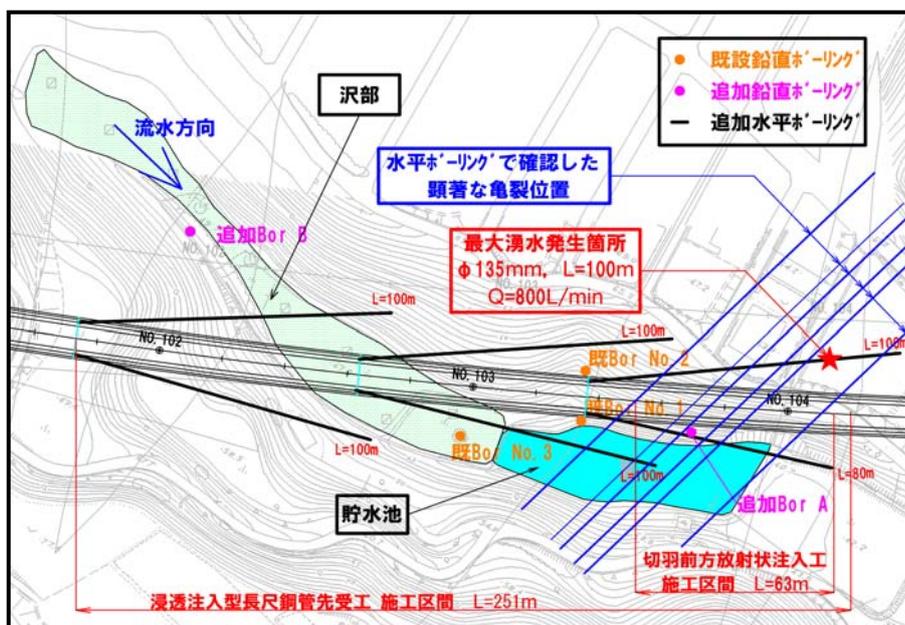


図-5：調査位置及び対策工位置図

参考文献

- ・ 最新 地盤注入工法技術総覧 最新地盤注入工法技術総覧編集委員会 1997
- ・ 注入式長尺先受工法（AGF-R 工法）標準積算資料 ライト工業(株) 2006