

ゴルフ場調整池に近接する防水型トンネルの施工

(株)大林組 正会員 ○吉田 健一
 (株)大林組 正会員 林下 敏則
 (株)大林組 正会員 白旗 秀紀
 (株)大林組 正会員 山本 剛史

1. はじめに

巨勢山トンネル工事は、京奈和自動車道の内、大和区間と御所区間で構成される大和御所道路に位置する山岳トンネル工事である。トンネル線形はゴルフ場直下を通過し、ゴルフ場調整池と近接した区間は、防水型トンネルとして設計されている。本報告では、この防水型トンネル 60m 区間の施工上の工夫について報告するものである。

2. 本工事の特徴と技術的課題

トンネルの約 2/3 は、土被り 22m~80m でゴルフ場を貫く線形であり、掘削は起点側から片押し、0.3~3.0%の上り勾配である。地質は堅硬な花崗閃緑岩を主体とし、ゴルフ場部は、造成時に谷部を盛土している。

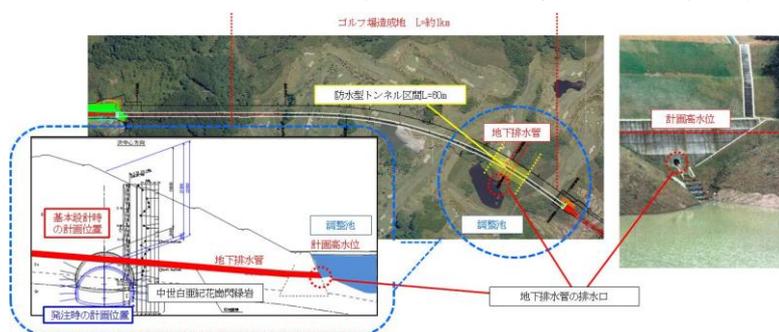


図-1 ゴルフ場調整池概要図

ゴルフ場用水や農業用水を貯蓄する目的を有

する調整池の水は、修景池や地下排水管から供給されているため、水位が計画高水位に達する際には、調整池内の水が地下排水管を逆流し、透水性に富んだ盛土層を浸透した水がトンネル覆工周辺に帯水することとなる(図-1 参照)。そのため、トンネル完成後は、トンネル内に地下水が流入することを完全に防止し、地下水位の回復を図る目的で、防水型トンネルとして設計されている(施工時は排水トンネル構造として施工)。防水型構造となることで、覆工に水圧がかかることから複鉄筋構造で、防水シート(t=2mm)を全周(インバートを含む)施工する。この区間の全周防水工、鉄筋工、インバート工、覆工については、全体工程を遅延させることなく、またシートの損傷等の不具合を発生させることなく確実な施工をすることが課題となった。また、防水型トンネルの延長が 60m であり、その範囲を限定するため、トンネルの両端部の非排水構造と排水構造の間に止水壁ゾーンを形成する計画として止水注入工が当初設計に組み込まれている。この止水注入工をトンネル掘削・覆工工程に影響を与えず、安全に効率よく施工を行うことが課題となった。

3. 解決策とその技術的根拠

(1) シート損傷などの不具合発生防止のための工夫

当初設計ではインバート下面に均しコンクリート(厚さ 10cm)施工後に、防水シート敷設となっていたが、強度発現が早くトンネル安定性向上に繋がり、かつ工程上でも有利である吹付けコンクリートに変更した。また防水シート設置後の段取り筋の固定方法にも工夫が必要で、段取り筋に円鉄板を取り付け、シートに固定後保護モルタルを施工し、シート損傷防止を図った(写真-1)。



写真-1 保護モルタル打設状況

防水工の弱点となりやすい箱抜き工については、極力、当該区間外に移設できるように協議した結果、一箇所のみとなった。当該区間内の箱抜き箇所については、2mm の防水シートを直角に曲げる作業が著しく困難で、シート裏にできた空洞等による

キーワード ゴルフ場直下, 防水型トンネル, 止水注入工

連絡先 〒639-2277 奈良県御所市大字室 1195-1 (株)大林組 巨勢山トンネル工事事務所

り覆工打設時にシートが破損する恐れがあったため、箱抜き箇所は拡幅支保工を採用した。アーチ鉄筋は、シート貫通型、非貫通型などの吊金具を使用し固定するが多いが、シートの損傷、漏水のリスクを考え、鉄筋支保工(2m 間隔)を採用することにした(写真-2)。建込み作業はトンネル工事機械であるエレクトラ台車を使用した。鉄筋支保工組立後、あらかじめ溶接されていた高ナットに全ねじボルトを挿すことで、段取り筋同様の役目を果たすように工夫した。

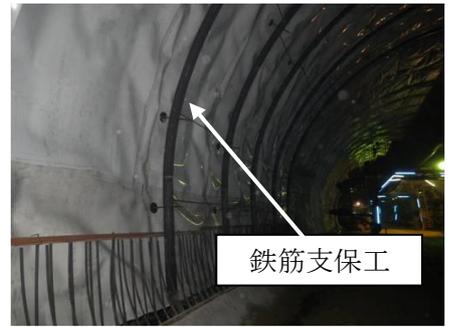


写真-2 鉄筋支保工

表-1 止水注入工緒元

項目	一次注入	二次注入
注入工法	二重管ダブルパッカー工法	
注入材料	CB (セメントベントナイト)	特殊スラグ系 (MXグラウト)
注入率	3%	6%
注入圧力	初期圧+0.2MPaを目安とする	
注入速度	8 ㎥/min	9 ㎥/min
注入量	339 ㎥×54本×2箇所 = 36,612 ㎥	678 ㎥×54本×2箇所 = 73,224 ㎥

(2) 止水注入工での工夫

止水注入工の概要・諸元を表-1、図-2 に示す。

改良範囲における横断方向の範囲設定は、トンネル掘削による緩み高さ(地山等級DIで3~6m程度)、類似施工例(新佐敷トンネル4m)等から4mとした。改良範囲については、止水壁ゾーンの水圧がさほど大きくないことや類似施工例から3mとした。注入材料についてはゲルタイムを調整でき、浸透性に優れる特殊スラグ系注入材(超微粒子スラグ)を選定した。

削孔作業については、当該箇所後方のインバート作業を行っている期間、トンネル工事機械であるドリルジャンボを用いて行った。下向き4m以上の削孔の際には、削孔水による地山の劣化・孔荒れ等が懸念されたため、削孔水を通常の約1/3に低減できる気泡削孔システムを用いた。注入作業については、インバート作業と並行するように工程調整を行った。一部期間については上半掘削と並行せざるを得なかったが、重ダンプ等の走行に支障を来す箇所は先行注入しておき、上半掘削工程に影響ないように配慮した。

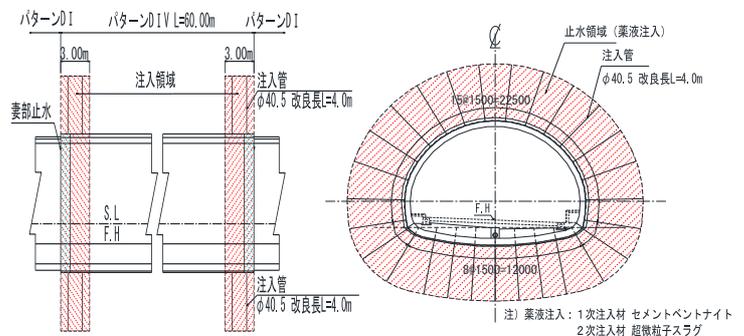


図-2 止水領域詳細図

4. 結果と技術的評価

インバート下面の吹付けコンクリート施工は工程短縮の面では有利であった。防水シート施工後の液体急結剤を用いた保護モルタル施工によって、工程短縮とシート損傷等の不具合を発生することなく、確実な防水工の施工を行うことができた。さらなる経済性向上には、事前の試験練り等により、配合、急結剤の種類、添加量等の比較検討が必要であったと考えられる。箱抜き箇所の防水工については、拡幅支保工を用いることによって、通常通り、全て自動溶接機を用いて施工することができた。鉄筋支保工を用いる方法は、工程、作業性の面でも手戻り等が発生せず、問題なく施工できた。このとき、シートに穴をあけずにボルトの先に円鉄板を設置することで、シート損傷を防止している(写真-3)。



写真-3 円鉄板+段取り筋

止水注入作業については、上半掘削作業と並行した期間は、重ダンプ離合時に監視強化等の安全面での特別な配慮が必要であったが、工程調整、施工箇所の組み合わせにより掘削・覆工工程に影響を与えることなく施工することができた。なお、調整池の水位は施工時と変化しておらず、現状水圧が作用している様子もなく、覆工目地等からの漏水も確認されていない。

防水型トンネルを施工するにあたって、漏水等の防水工の不具合発生が最大の懸念であったが、今回実施した施工上の工夫によって、効率的かつ要求事項を満足する施工を行うことができた。