

1 南アルプストンネルにおける薬液注入について

南アルプストンネルでは、トンネルと主要な断層が交差する箇所でプレグラウトを実施し、トンネル掘削の後にトンネルの湧水量や沢の流量の状況を確認し、必要な場合にはポストグラウトを実施する計画である。(JR東海説明)

一方で北薩トンネル、岐阜県日吉トンネルは、ポストグラウトのみの施工である。

(1) 南アルプストンネルと北薩トンネル、日吉トンネルとの違いについて

- ・各種文献等から、北薩トンネルでは、かなりの出水を許容してトンネル施工を実施しており、最終的には、水に含まれるヒ素の処理量を低減させる目的で減水対策としてのポストグラウトを計画し、実施されたものと理解している。そのため、出水下にて適用可能な止水工法と特殊な材料等が選定されている。日吉トンネルでは、加圧注入する本注入材が坑内に流入することを防止する目的でカバーロックを設置し、その後、本注入を実施する計画とされている。
- ・一方、南アルプストンネルでは、大量出水を許容しないため、長尺先進ボーリングでの事前調査が計画されており、ポストグラウトが必要とされた区間に対して、プレグラウトの実施によって湧水のある程度抑制した状態での施工となるため、北薩トンネル等とは、止水注入に対する施工条件が大きく異なるものと想定される。そのため、適用可能となる止水工法や材料等も特殊なものに限定されることなく、現場状況に応じた最適な方法を選択し、実施することが可能である。

(2) プレグラウトの実績について

- ・トンネル掘削時に地下水位を下げるできない施工条件下（青函トンネルのような海底下、防水型トンネルでの施工など）において、実績がある工法である。
- ・ただし、山岳工法によるトンネルでは、施工中および施工後も排水して対応する工法が標準であるため、一般的な排水型のトンネルに比べると施工実績は少なく、施工件数には大きな差がある。

(3) 南アルプストンネルの環境保全対策とすることについて

- ・南アルプストンネルで実施しようとしているプレグラウト+ポストグラウトは、北薩トンネルや日吉トンネルに比べ、より良い施工条件下で、最適な工法、材料による施工が可能と考えられる。
- ・よって、南アルプストンネルの環境保全対策として、プレグラウト+ポストグラウトで行うことを前提としてJR東海と対話することについて、問題はないと考える。
- ・なお、この対策の大前提として長尺先進ボーリングによる調査が必須である。長尺先進ボーリングが実施されることで、すぐに止水等の要否や対応が検討できるわけではないが、調査結果に応じてボーリングや各種計測、解析等を事前に検討し、適宜追加実施することで適切な判断と対策設計が可能になると考える。そのため、長尺先進ボーリングを早め早め実施することが南アルプストンネルの環境保全対策に大きく寄与すると考える。
- ・北薩トンネルや日吉トンネルから、新たな知見が得られた場合は、当然、南アルプストンネルの各種検討にも活用していくことは必要であると考え。しかし、南アルプストンネルと北薩トンネル及び日吉トンネルとは、土被りや地質等の施工条件が大きく異なることから、その知見がそのまま活用可能になるかは不明である。
- ・そのため、新たな知見が得られるまで南アルプストンネルの施工を止める必要があるとは考えにくく、長尺先進ボーリングの実施等の必要な調査を進めていくべきである。

2 導水路トンネルの施工について

導水路トンネルでは、大部分の区間をトンネルボーリングマシンにより施工する計画である。一方、第一首都圏トンネルは、密閉型のシールド工法による施工である。

シールド工法は、掘削する切羽（掘削面）の自立性が低い地山に対して一般的に適用され、カッターヘッドにより掘削した土砂と添加剤（気泡）を混練りした泥土をチャンバーと呼ばれる隔壁内に充填させ、掘削面に作用する土圧や水圧に対抗する圧力をかけて掘削を進める。それに対して、導水路トンネルで用いるトンネルボーリングマシンは、掘削面の自立性が高い地山に対して適用し、掘削面に対して泥土などにて土圧や水圧に対抗する圧力をかける工法ではない。

したがって、導水路トンネルでは、第一首都圏トンネルで確認された、地表に水や気泡が湧出するという事象が発生することはない。

項 目	ポストグラウトのみ (北薩トンネル、日吉トンネル)	プレグラウト+ポストグラウト (南アルプストーンネル)
考え方	<ul style="list-style-type: none"> トンネル掘削に伴う湧水発生後、坑内に流出している湧水量の低減を目的として、湧水が発生している中で実施される対策 	<ul style="list-style-type: none"> 事前調査（長尺先進ボーリング）に基づき、湧水発生が予想される区間（湧水に伴う水の急激な流れがない状態）に対してプレグラウトを実施し、事前に水の出にくいゾーンを作った後に先進坑・本坑を掘削 できるだけプレグラウトで透水係数を下げ、先進坑掘削時に確認される湧水量に応じてポストグラウトを追加実施
工 法	<p><日吉トンネルの施工計画></p> <p>①一次注入</p> <ul style="list-style-type: none"> ウレタン系薬液を使用し、湧水があるポイントについて岩盤の亀裂を埋める薬液注入を実施 <p>②二次注入（カバーロック）</p> <ul style="list-style-type: none"> トンネル坑内へ本注入材が流出することを防止するため、カバーロックを施工 セメントに急硬材を混ぜ、ゲルタイム（固化するまでの時間）を短くした注入材を注入 <p>③二次注入（本注入）</p> <ul style="list-style-type: none"> 粒子の細かいセメントに圧力をかけて注入することで、細かな岩盤の亀裂を埋め、トンネル湧水量の低減を図る 	<p>①プレグラウト</p> <ul style="list-style-type: none"> 高速長尺先進ボーリングやコアボーリングにより把握された地質・地下水の状況に応じて、実施箇所毎に注入範囲、孔数、密度、注入圧、材料配合、注入量を最適化して計画 <p>②ポストグラウトは本注入が主体</p> <ul style="list-style-type: none"> プレグラウトがカバーロックの代わりになるとともに、プレグラウトによる改良結果と発生する湧水量および水圧に応じて本注入の施工方法を最適化
施工条件	<p>難しい</p> <ul style="list-style-type: none"> 湧水が発生している中での施工であり、注入する材料の多くが流水により流されたり希釈されたり、むらが生じて薬液注入効率が悪い 湧水の発生により一度低下した地下水位の上昇による影響を考慮する必要がある 	<p>実施しやすい</p> <ul style="list-style-type: none"> プレグラウトは基本的に水の流れがない状態での施工であり、ポストグラウトを追加実施する場合でも湧水がある程度押さえられている中での施工となり、薬液注入効率が良い
材 料	<ul style="list-style-type: none"> 湧水発生という制約条件に対応可能な注入材を選定する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 適用可能とする注入材を対象地山の性状に応じて選択可能