

V-73 低土被り含水未固結砂層の補助工法と切羽安定・沈下について

○ 鉄道建設・運輸施設整備支援機構盛岡支社七戸鉄道建設所 正会員 後藤光理
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構盛岡支社七戸鉄道建設所 正会員 佐原圭介

1. はじめに

現在建設中の東北新幹線八戸・新青森間のうち八戸・七戸間は上北平野に位置し、この地域には第三紀～第四紀の未固結ないし固結度の低い堆積物が分布する。このような地山条件を従来より土砂地山と称してきた。土砂地山は、鉄道の山岳トンネル地山分類基準ではさらに粘性土地山と砂質土地山に区分される。粘性土地山は、低強度に伴う塑性地圧の発生による地山の変形が大きな問題となる。一方、砂質土地山は、低いせん断強度に伴う地盤の支持力不足や湧水に伴う切羽流出等、切羽周辺の自立性確保の困難さが、また、低土被りトンネルでは、地表面とトンネル天端が同程度沈下する「共下がり」が大きな問題として挙げられている。

東北新幹線八戸・七戸間においては、低土被り含水未固結土砂地山トンネルをNATMにより掘削している（一部のトンネル（三本木原トンネル）では切羽が不安定化したことからNATMを中断し、シールドを用いた新施工システムにより施工）。本稿では、これらのトンネルにおいて切羽安定と地表面沈下抑制のために採用した対策工（補助工法）を紹介するとともに、両者に対して大きな影響を与える地下水について報告する。

2. トンネル概要

東北新幹線八戸・七戸間において低土被りの条件下で既に掘削を開始している含水未固結土砂地山3トンネル（六戸トンネル・三本木原トンネル・牛鍵トンネル）について、その位置を図-1に、概要を表-1に示す。

3. 切羽安定・沈下の対策工（補助工法）

低土被り土砂地山トンネルにおいては、切羽を安定させることは切羽の肌落ち・崩落を防ぐだけでなく、切羽前方の緩みを抑え地表面先行沈下の抑制にも資する。東北新幹線八戸・七戸間の低土被り含水未固結土砂地山3トンネルにおいて実施した切羽安定の対策工を表-2に示す。

3 トンネル直上の地表面には田畑・森林等が大部分分布していることからある程度の地表面沈下は許容されているが、場所によっては民家・道路・鉄道路線等の重要構造物が存在することから多くの沈下抑制対策工を実施している。沈下には先行沈下・掘削時の地山応力解放に伴う沈下・掘削後の沈下がある。各ステップの沈下を抑制するために行った対策工を表-3に示す。



図-1 位置平面図

表-1 トンネル概要

	延長	東京起点	断面内地質	平均土被り
六戸T	3810m	611k450m	野辺地砂層	13m
三本木原T	4280m (NATM:1265.2m シールド:3014.8m)	615k800m	野辺地砂層が主体の砂層・火山灰シルト及び粘性土	23m
牛鍵T	2070m	621k270m	高館段丘構成層が主体の砂層・粘性土	8m

表-2 切羽安定対策工

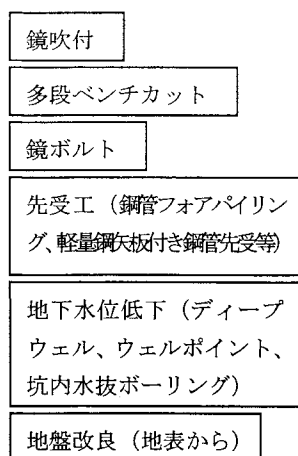
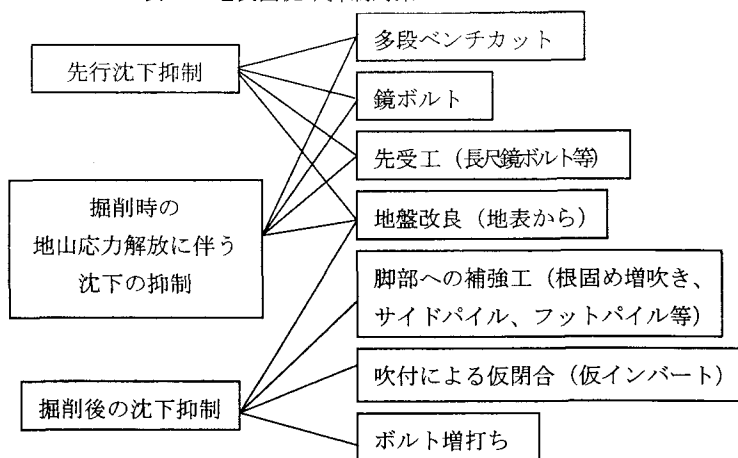


表-3 地表面沈下抑制対策工



切羽安定・沈下抑制のために採用した各対策工（補助工法）については、その効果が確認されている。

4. 地下水位低下

土砂地山（含水未固結砂層）における切羽安定及び沈下に関しては、地下水が極めて大きな影響を与える。特に固結度の小さい層が切羽に出現し、それに加えて互層等により含水砂層中の水のコントロールが困難となった場合、切羽の自立性が低下し、時には崩壊に至っている。東北新幹線八戸・七戸間においては、野辺地層の粘性土層でNocと称される地層が地質構造を把握する上で重要な鍵層となる。本層は火山灰層を主体とする粘性土層であり、難透水性である。これまでのトンネルの施工実績から、本層と上位の砂層の境界部に地下水が滞留し、ディープウェルなどの水抜き工を行ってもあまり水位が下がらないケースが多くみられており、このようなケースでは切羽が不安定化している。三本木原トンネルにおける崩落現象^{※1}は、本層が谷状を呈して切羽断面内に現われ地下水が滞留していた時に発生している。

またNoc以外の粘性土・シルトの不透水層が細かく互層をなし、帯水層が分布しているケースがある。このようなケースでは地盤が泥濘化し支持力が不足することから、支保工で受け持った地山の荷重が集中するアーチ脚部が大きく沈下する事例も見受けられている。

以上のように、切羽断面内の帯水層は切羽の不安定化や沈下の原因となるので、その評価を正確に行うことは重要なことである。

5. おわりに

東北新幹線八戸・七戸間の低土被り土砂地山トンネルにおいては、切羽における自立性の低下や緩み領域の増加、また、地表面沈下（共下がり）が問題となっている。これらに対し様々な補助工法を実施し、個々の効果は確認されているが、どの程度の地盤にどのような補助工法が適するか、補助工法をどの程度施工すればどの程度の効果が上がるのかといった定量化された判定指標についてはまだ十分な知見が得られていない。このため、実設計における補助工法の選定基準、設計手法についても確立されていないのが現状である。今後、補助工法の研究が更に進み、経済的かつ合理的な設計施工方法が確立されることを望む次第である。

参考文献

- 1) 蓼沼慶正 他：含水未固結地山トンネルにおける切羽安定方策、トンネル工学研究論文・報告集、第13巻、pp.201～206、2003.11