

III-394

地下水面下のシラス地盤トンネルの施工法に関する調査研究

○ 鉄道公団 福岡新幹線建設準備事務所 正会員 白木 博 昭
 鉄道公団 福岡新幹線建設準備事務所 正会員 斎 藤 隆
 鉄道公団 福岡新幹線建設準備事務所 北御門利男

1. はじめに

九州新幹線鹿児島ルートは、博多～西鹿児島間を257 kmの新設路線で結ぶ整備新幹線の一つであり現在建設着手へ向けて準備中である。計画の中で鹿児島県下では全体の約3割、77kmを占め、このうち約6割、48kmはトンネルである。なかでも特殊土として全国的に有名なシラス地帯を通過する部分が約14kmあり、そのなかの約7 kmが地下水面下のトンネル施工となる。シラスは、地下水面上にあれば問題の少ない施工のしやすいものであるが、地下水面下になると施工中の切羽の自立性や竣工後の維持管理等に様々な難問がでてくると予想されている。

そこで、今回地下水面下シラスに対して有効な地下水低下工法と切羽の安定性を検討する目的で調査坑を掘削し、種々の調査・試験を実施した。その結果一つの成果が得られたので報告する。

2. 調査坑の概要

調査坑は、鹿児島市より北西へ約10km、日置郡松元町の第1薩摩トンネルの坑口付近に位置する。周辺は図-1に示すように高さ40～50mの台地であり、一次シラスをローム層が覆う典型的なシラス台地である。調査坑の深度でのN値は50回以上を示し、地下水位は計画FLに対して最大5 m程度である。またFL付近のシラス土性は、比重が2.40、粒度分布は図-2の通りであり、透水係数は $5.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-3}$ cm/sとほぼ地山シラスの平均的な値を示す。

このような地質状況において、調査坑は延長180m、約9 m²の馬蹄形断面でNATMにより施工した。

3. 地下水低下工法とその効果

調査坑坑口においては当初施工基面より上に湿潤線が見られたため、地下水低下工法としてFL-1.0mの深さに水平水抜きボーリングを施工した。このボーリングは図-3に示すように最終掘削径をφ145mmとし、孔内に上部だけスリットを切ったφ100mmの塩ビパイプを挿入した。また、水抜きボーリングの効果が少なくなり、切羽下端に湿潤線が現れるようになった坑口より50m以奥

については、ウェルポイント工法を併用した。通常用いるウェルポイントは切羽付近より真下に施工するが、今回は切羽前方の地下水位を効果的に低下させる目的で、図-4に示すようにFLより斜め前方18°の角度で、長さ13.5mのものを1断面4本、トンネル延長方向へは11m毎に打設した。

(1) 水抜きボーリングによる水位低下効果

水抜きボーリング開始当初FLより上にあった湿潤線は、ボーリングからの排水によって徐々に低下

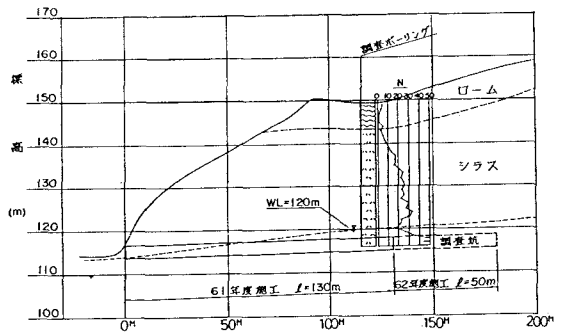


図-1 調査坑地質概要図

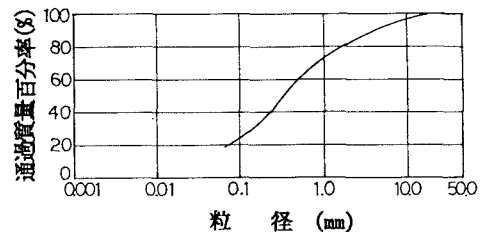


図-2 シラスの粒度分布

していき、坑口付近はほとんど乾燥状態に変化した。水抜き孔からの揚水量は掘削当初80ℓ/minと最大値を示した後徐々に減少し、約15日後に40～50ℓ/minと定常状態となった。

図-3 水抜きボーリング施工概要

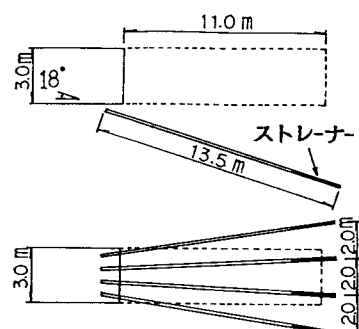
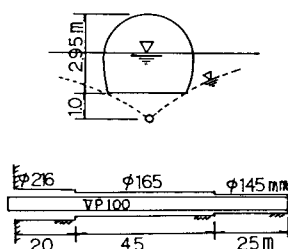


図-4 ウェルポイント施工概要

図-5に坑口より27m地点における水位低下状況の横断面図を示したが、かなり広範囲にわたって水位が低下している。また水抜き孔からの流出土砂は殆ど見られなかった。

(2) ウェルポイントによる水位低下効果

切羽下端付近に見られていた浸潤線は、ウェルポイントを稼働させると数十分でFL以下に下がり、切羽付近の路盤は完全にドライな状態になった。図-6にウェルポイント稼働後における地下水位低下状況を坑口より107m地点を代表として示したが、FLより1m以下に地下水位を低下させることができ、トンネルの掘削はスムーズに進行した。

4. 切羽の含水比と指標硬度の関係

図-7に調査坑掘削時に切羽で測定した指標硬度と含水比の関係を示した。湿潤線以上の乾燥した状態では含水比は20%前後であり、硬度は28～30mmと高い。しかし、湿潤状態では含水比は35～40%を越え、指標硬度は極端に低下する。この場合切羽から湧水することによって徐々に浸食が進行し、掘削土が泥寧化して施工の効率が極めて悪くなり、吹付コンクリートが付着しづらくなってきた。このように施工性の観点から切羽の施工管理指標を求めていくと含水比35%、指標硬度26mm程度がその限界値と考えられる。

5. ま と め

今回の調査結果に限れば、シラス地山に対する地下水位低下工法として採用した水抜きボーリング及びウェルポイントの効果は抜群であった。また、切羽の安定管理指標としては含水比35%以下、指標硬度26mm以上とすれば切羽の安定も確保でき、また施工も効率的に行うことができることから今後の施工管理指標として一つの有効なデータであろうと思われる。

しかし、今回対象としたシラスは中硬質の比較的良好なシラスに分類されるため、当ルートに分布する軟質シラスに対して同様の工法が適用できるかどうか、また切羽安定の管理手法が適用できるかどうか今後の課題である。

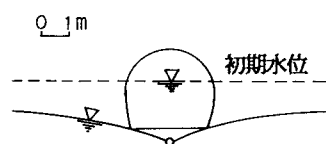


図-5 水抜きボーリングによる水位低下状況

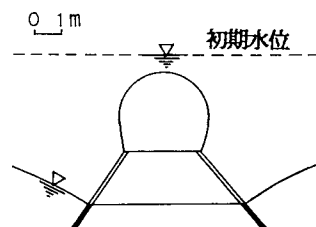


図-6 ウェルポイントによる水位低下状況

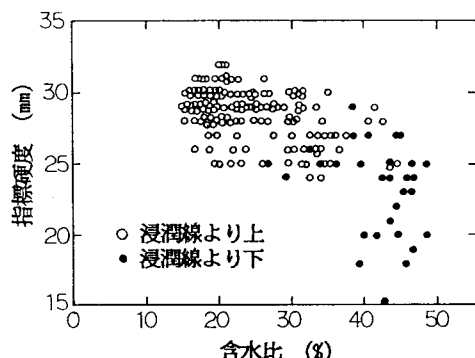


図-7 切羽の含水比と指標硬度の関係