

地下水面下のシラス地盤におけるトンネルの設計施工法について

○ 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 高津俊司
 鉄道公団 福岡新幹線建設準備事務所 正会員 柿原 宏

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257km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鋭意準備を進めている。

このうち鹿児島県下には4.8kmのトンネルが計画されているが、中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1.4kmあり、工事の設計施工に際して特段の配慮が必要となっている。特に、1.4kmのうち約

4kmが地下水面下のトンネル施工となるため、滞水した砂質地山のトンネルと同様かそれ以上に施工中の切羽の自立性や竣工後の維持管理等に解決すべき問題が提起されている。今回現地において調査坑を施工し、各種調査試験を行った結果、地下水対策工法等について成果が得られたので報告する。

(図-1 参照)

2. 調査坑の概要

調査坑の位置は、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設定したが、周辺は図-2示すように高さ40~50mの台地で、一次シラスをロー

ーム層が覆う典型的なシラス地形となっており、地下水位は、計画FLに対して最大5m程度である。掘削延長は本坑位置までの取付横坑を含めて130mで、約9m²の馬蹄形断面をNATMにより施工した。

調査坑の主目的は、地下水位以下のシラスに対する施工上の問題点を明らかにし、かつ有効な水位低下工法と水位低下後のシラスの自立性を確認することであり、以下の手順により実施した。

ステップ①は、水抜きボーリングのシラスに対する施工性（坑壁崩壊や排水能力）を求めるものであり、調査坑施工前にトンネルFL-1mの深さ位置で水平にした。

ステップ②のウェルポイント工法は、①の水抜きボーリングによる地下水位低下効果が少なくなった坑口より50m以奥に採用した。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、今回はボーリング機械によって掘削することにより、切羽底面より下方へ18°の角度で、長さ13.5mのものを斜め前方へ4本/断面、トンネル延長方向11m毎に打設した。

3. 調査坑の施工状況

3-1 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より上にあった浸潤線は、ボーリング孔からの排水により徐々に低下していき、坑口付近はほとんど乾燥状態に変化した。水抜き孔からの湧水量は、掘削当初80ℓ/minと最大値

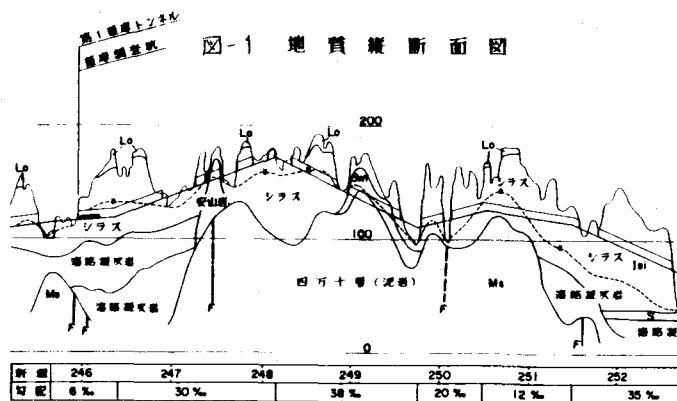
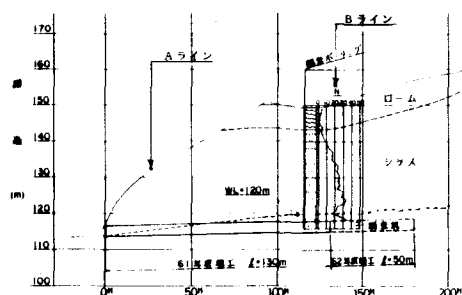


図-2 調査坑地質縦断面図



を示した後徐々に減少して、約15日で定常状態となり、40～50ℓ/minの湧水量となった。

地下水位の横断方向の変化は、Aライン（坑口より27m）において、調査坑のセンターより4m～120cm、20m～80cm、50m～50cmの低下量となった。また、水抜きボーリング孔口において湧水量と同時に流出土砂量も測定したが、土粒子の流出はほとんど見られなかった。（図-3参照）

3-2 ウェルポイントによる水位低下効果

ウェルポイントによる水位低下は、揚水開始とともに急激に現れ、切羽付近の路盤は約30分経過後には完全にドライな状態となった。また、ウェルポイントの稼動、停止と水位変動との関係は非常に敏感であり、影響範囲も時間経過とともに拡大していくことが観測された。図-4にウェルポイント揚水による水位低下の横断図を示すが、FL以下1m以上の効果が得られ、トンネル掘削はスムーズに行われた。なお、揚水に伴う土砂流出は開始後約10分程度は濁水状態が観測されたが、以後は清水となるため孔内に残ったボーリングスライムと考えられ、特に問題にはならないと思われる。

3-3 水位低下と含水比、硬度の変化及び施工性

調査坑掘削の施工性と切羽において測定した含水比、硬度との関連は次のとおりで、水位低下後ドライな状態に近づくと、含水比が30%以下に低下し、硬度は逆に28～30mmに高くなる。含水比が40%以上になると、切羽が急激に崩壊することはないが、切羽面からの湧水により徐々に侵食が進行し、掘削土は泥ねい化して施工は極めて効率の悪いものとなる。一方、同状態のものの地下水位を下げ、含水比を30%以下にすると、施工性は向上する。

4. まとめ

今回の調査結果に限れば、水抜きボーリング及びウェルポイントによる水位低下効果は著しいものであり、全区間にわたって容易に水位を低下させることが可能であって、施工も比較的スムーズに完了した。しかし、今回対象としたシラスは、中硬質の比較的良質なシラスに分類されるため、当ルート上に分布する軟らかいシラスに対して同様の工法が適用できるかどうかには、まだいくらかの課題があると思われる。さらに、トンネル施工後の長期的問題として、内部侵食及び繰返し作用する列車振動による路盤噴泥、これに伴う排水設備の設計等があるが、これらについては現在試験中であり、別の機会に報告したいと考えている。

