

低土被り土砂トンネルの施工例

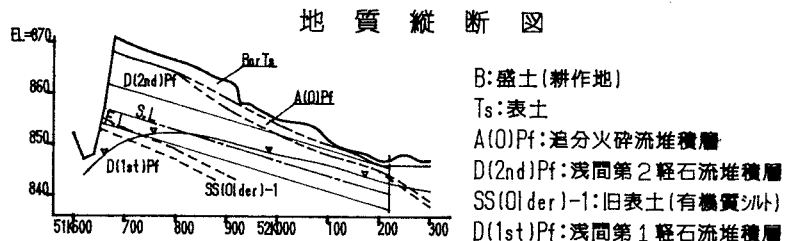
日本鉄道建設公団 佐久建設所 上野 登
 (株)熊谷組名古屋支店 高橋 秀典
 " " ○ 荒木 章文
 " 正会員 三輪田義博

1. はじめに

本件は北陸新幹線向原付近において、橋梁・トンネル・開削トンネル・U形よう壁・土留よう壁・切取路盤・盛土路盤等多岐に亘る工事施工の中で、土被りが1.5m～7.0mと極端に浅く又掘削断面内に地下水位を有する未固結地山のトンネル(延長560m)を施工するについて、浅層改良、ディープウェル、フォアパイリング等の補助工法を採用し計画通り施工を完了したので報告するものである。

2. 地形、地質概要

本工程は長野県東部に位置し県境を成す浅間火山の南山麓に広がる「追分原」と称される火山性台地で、標高870m～810mの南～南西方向へ緩やかに傾斜する平坦面と台地を侵食した河川沿いに見られる急崖斜面とで特徴づけられ、台地部は主に畑や宅地及び雑木林として利用されている。地質は、浅間火山の噴出物である洪積世の浅間第一及び第二軽石流と約700年前の大噴火による追分火砕流から構成され、その他現河床堆積層、表土及び耕作地用の盛土が分布しており、本トンネルにおいてはN値10～20を呈する追分火砕流及びN値10～30のややルーズな第二軽石流が対象となる。地下水位は概ねSL～FL付近に存在しているが一部約100m区間においてはSL+2m～天端近くまで上昇している。



3. 工事概要

本トンネルは機械掘削ナトム工法による上半先進ショウトベンチ、タイヤ工法として計画され縦断勾配は30/1,000の下り勾配、平面線形はR=6,000mの単曲線、シフト量360mm、一般断面における断面形状は上半掘削42.5㎡、下半掘削32.1㎡、インバート掘削7.6㎡、掘削計82.2㎡、鋼製支保工H-125(@1.0m)、吹付けコンクリートt=150mm、覆工コンクリートt=300mm、施工延長L=560mである。

4. 施工の検討

本トンネル施工に当たり、土砂トンネル施工上の重大要因となる地下水位の所在、地層の性状について、地上からの直接掘削により確認を行った。その結果地下水位はほぼ調査資料の近くで確認が出来、地質性状についてもN値10前後の追分火砕流層及びN値10～20程度の第二軽石流をそれぞれ確認した。以上より本トンネル施工上の問題点として

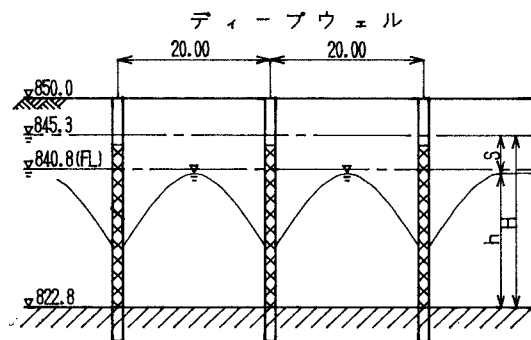
- a. 切羽天端及び鏡面の自立性不良。
- b. 支保工支持地盤の支持力不足。
- c. トンネル掘削による地表面沈下。

等が考えられ、51km960～52km220の間260mについて補助工法の検討を行った。

5. 補助工法の検討

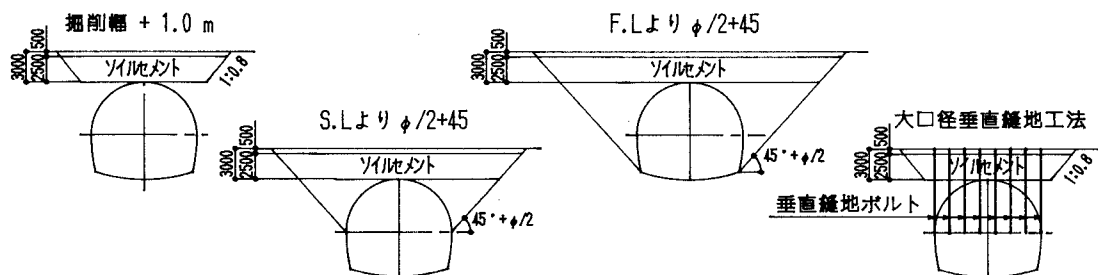
- a) ディープウェルの採用

未固結の火山性堆積層では地下水を排除することが絶対的な条件として考えられ、ディープウエル及び坑内上半盤からのウエルポイントの両工法について検討した結果、トンネル掘進工程に影響を与えない事を理由としてディープウエルを採用した。又施工に当たっては揚水試験を行い透水係数 $K=6.58 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ のデータを得て右図のとうり水位低下量 s を推定し、片側40mの千鳥配列で両側に施工した。

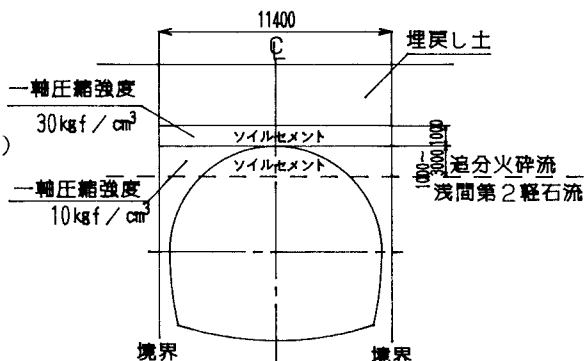


b) 浅層改良(ソイルセメント)の採用

グラウンドアーチを形成出来ないルーズな未固結層の切羽天端及び鏡面保持対策として施工性、経済性に有利な二工法“浅層改良(ソイルセメント)”、“大口径垂直縫地工法(φ300)”についてFEM解析を行い評価を行った。物性値及び検討モデルを下図に示す。



解析結果を地表面沈下、トンネル天端沈下、引張応力発生領域、又、気象条件により直接切羽に影響を受ける事などを勘案してソイルセメントによる改良(10 kg/cm^2)と大口径垂直縫地(φ300)併用が最適と考えられた。然し乍ら再度の検討の結果、地表部施工境界に近接して家屋等重要施設が存在しない事から、経済性を考慮して基本施工断面を右図により施工することに決定した。



6. 施工結果及びまとめ

地山挙動の把握としてA計測、地表面沈下測定を並行して行い施工管理とした。最大変位としては、地表面沈下量67mm/m、天端沈下量51mm/m(同地点において)を記録したものの、何れについても管理レベルⅡ以内で収束した。天端沈下量については先行変位量が測定されていないことを考慮すると、地表面沈下量にほぼ等しいものと考えられ、これは極端に薄い土被りトンネルのグラウンドアーチが形成されていないことの証左であろう。此のことからソイルセメントによる地盤改良が切羽天端、及び鏡面の自立性保持に効果があったものとして評価される。然し乍ら此の変位量収束に当たっては、支保工足元の繋ぎ補強、鉄板敷き込み等を施工した結果であり、支保工地盤の支持力が不足する場合には別途補助工法の検討が必要である。上半掘進については、目標120m/月を確保するとともに最大136m/月を記録することが出来た。又3m以下の区間においては、地上部周辺家屋への影響を考慮して夜間作業が制約されたことを付記しておきたい。最後に当工事の計画、施工に当たりご指導を戴いた方々に御礼を申し上げるとともに 本工事記録が多少なりとも今後同種工事の一助となれば幸甚である。