流動化処理土を用いたプレトンネルカルバート工法における計測と検証

ＪＨ 静岡建設局 沼津工事事務所　佐藤　秀行
ＪＨ 静岡建設局 沼津工事事務所　○高橋　慶成
ＪＨ 静岡建設局 静岡工事事務所　瓦川　善三

１．始めに

第二東名高速道路は第一東名高速道路よりも山岳部を通過するため,切土により発生する土砂を有効に利用する高盛土構造を多く採用している．この場合,本線を横断する一般道路や河川・水路などのカルバートは必然的に土被りが大きく延長も長くなるため,工法の選定如何によって経済性,工期が大きく左右することとなる.沼津市西部における大沢川高盛土については,効率的な施工を目的に延長 186.5m,最大土被り約 25m,内空断面 111.6m2 のプレトンネルカルバート工法を開発した.

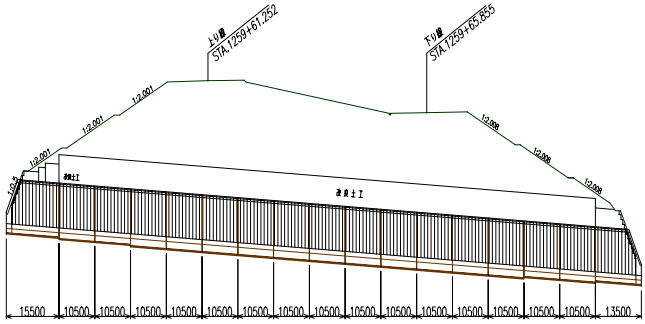

図１　大沢川高盛土

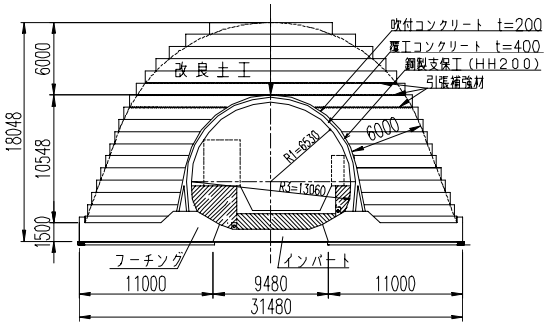

図２　プレトンネルカルバート工法

２．プレトンネルカルバート工法

本工法は独立型フーチング上に鋼アーチ支保工と吹付けコンクリートで１次支保工を設置し,その周辺を流動化処理土(プレム※)で巻立てつつ同時に盛土を施工し,最終的に二次覆工およびインバートを設置する工法で(図 2),特徴として流動化処理土のアーチで盛土荷重に対抗し,工期も短縮できることが挙げられる.

※プレムは現場付近に分布する高含水比の火山灰質粘性土の愛鷹ローム〈Wn=150～200%,単位体積重量γ 12.5kN/m3〉に,一次処理として石灰系改良材を添加して均一な粒度となるよう調整し,その後 2 次処理として現場プラントにてセメント,水を混合・練混ぜて製造する現地発生土を有効利用した流動化処理土である.

３．現場計測結果

現場においては施工中及び施工後の構造物の安全性確認,設計手法の妥当性確認,今後の設計のためのデータを得る目的で計測工を行った(図 3).計測においてはプレムのアーチが完成する前は内空変位(図 4)などに顕著な動きはあったが,アーチが完成したのちの変位や応力の変動は全般的に小さかった．また,基礎部分のフーチングの変位が少ないことも特徴となっている．3-1～4 に本工法における主な計測結果示す.

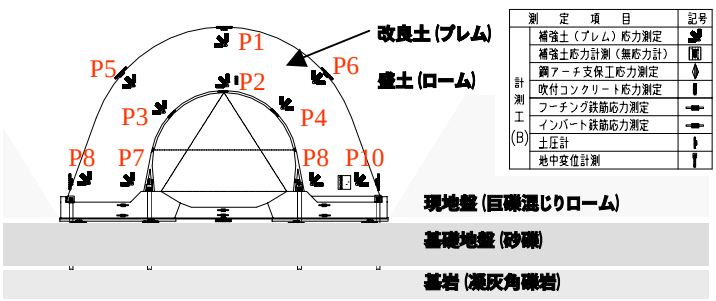

図３　計測機器の配置

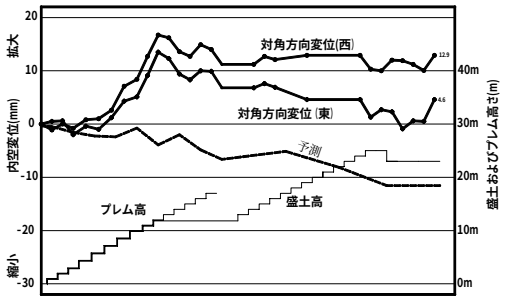

図４　内空変位

キーワード　トンネル工学,流動化処理土
連絡先　〒410-0011　静岡県沼津市岡宮字焼土手 1300-1　JH 静岡建設局 沼津工事事務所　ＴＥＬ055-926-7100

３－１．プレムの材料物性

長期材料物性値は当初設計程度であったが（一軸圧縮試験結果より,qu28=13.9N/mm2 ,qu181＝19.9N/mm2 ,E28=471 N/mm2 ,E182=659 N/mm2）,打設～硬化の期間,及びその後の体積変化特性等は次のとおりである.

①打設～硬化の期間において乾燥収縮と考えられるひび割れが多数発生した（硬化時の発熱は約 45℃程度）

③硬化～1 ヶ月程度の若材齢でのる自己膨張による引張ひずみが大きい（室内実験にて 28 日で約 0.04%膨張）

３－２．プレムに発生する応力

図-5 に断面に発生する主応力と解析値と計測値の比較を示す．天端付近の主応力は解析と若干異なる傾向を示したものの,低部に発生する応力・方向はほぼ解析どおりであった（図－５は,プレムの自己膨張などの材料に起因する応力は省いている）．また,施工途中に発生した引張応力は盛土の進行と共に圧縮側に移行し,予測に近いプレムのアーチ作用により盛土荷重を効率的に支えていることが確認できた.

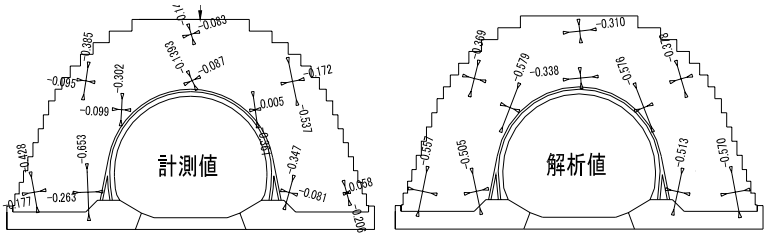

図５　プレムに発生する主応力(正が引張 N/mm2)

表１　物性値

材料	物性	物性値	当初設計値
盛土	変形係数	4Mpa	5Mpa
プレム	圧縮強度	2.2N/mm²	-
	変形係数	650N/mm²	600N/mm²
現地盤	変形係数	9Mpa	70Mpa
基礎地盤	変形係数	300Mpa	70Mpa
基岩	変形係数	2000Mpa	400Mpa

３－３．鋼アーチ支保工と吹付けコンクリート

鋼アーチ支保工の応力度は,降伏点には達していないが（支保工は SS540 の高規格支保工を使用）,縁応力度は最大で 240N/mm2 と高い値を示した. これはプレム打設時に発生したもので,打設時の荷重の影響は設計時の予想を越えるものであった. また,吹付けコンクリートはプレムと一体化する目的で,事前に鋼アーチ支保工と吹付けを構築する計画から,プレムのアーチ完成後に,プレム内面に直接吹付ける方法に変更した（ただし,計測結果では,鋼アーチ支保工に負担が大きく,吹付けコンクリートの負担が小さい結果となり,今後は吹付けコンクリートと鋼製アーチ支保工の両方に応力を負担させる,もしくは前者を省略し,後者のみに応力を負担させる等の構造・施工手順を検討する必要がある）.

３－４．地盤の沈下

地盤の沈下は予測値よりも小さく,水平移動や不等沈下は発生していない．これはフーチングの基礎としての効果と,安全性を考慮して平板載荷試験から得られる変形係数の最下値を採用していたことによるものと考えられる（基礎部の地盤はロームや砂質土に巨礫が混在し,地盤定数の評価が困難であった）.

４．物性値の見直しと逆解析

本工法では,プレムが若材齢の段階で盛土荷重を載荷するため,施工ステップ毎の材齢と変形係数や強度の伸びを正確に把握する必要がある. そのため当該現場においてはプレムの物性値は,現場で採取した多数の供試体による一軸圧縮試験から,また,地盤の物性値は,盛土の層別沈下計の値を元に逆解析により算出した（表-1）．また,これらの物性値を用いた順解析結果（図 6 ）ではもとの測定結果がほぼ再現でき,逆解析の妥当性が確認できた.

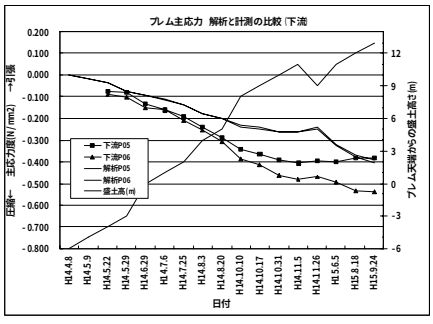

図 6 プレム主応力

５．考察

本工法は当該現場の施工において,工期短縮・現場作業性の向上に大いに寄与し,今後のカルバートボックス施工において有効な一工法となるものと思われる. ただし,本工法をより経済的に改良するためには,各部材に与える安全率の設定,改良土の材齢に応じた材料物性の把握,地盤定数などの施工現場固有の物性値の的確な把握,改良土のプラント設置位置・規模の最適化などの検討が必要であるものと考えられる.