論文名「法面で発生している湧水の排水について」
工事名「令和3年度［第32-D6180-01号］(国)473号道路改築工事（本線法面工）」

島田地区
株式会社　グロージオ
現場代理人・監理技術者　安保 大樹
技術者番号　230893

１）　工事名　　令和3年度［第32-D6180-01号］(国)473号道路改築工事（本線法面工）

２）　工事場所　　静岡県　島田市　神谷城地内

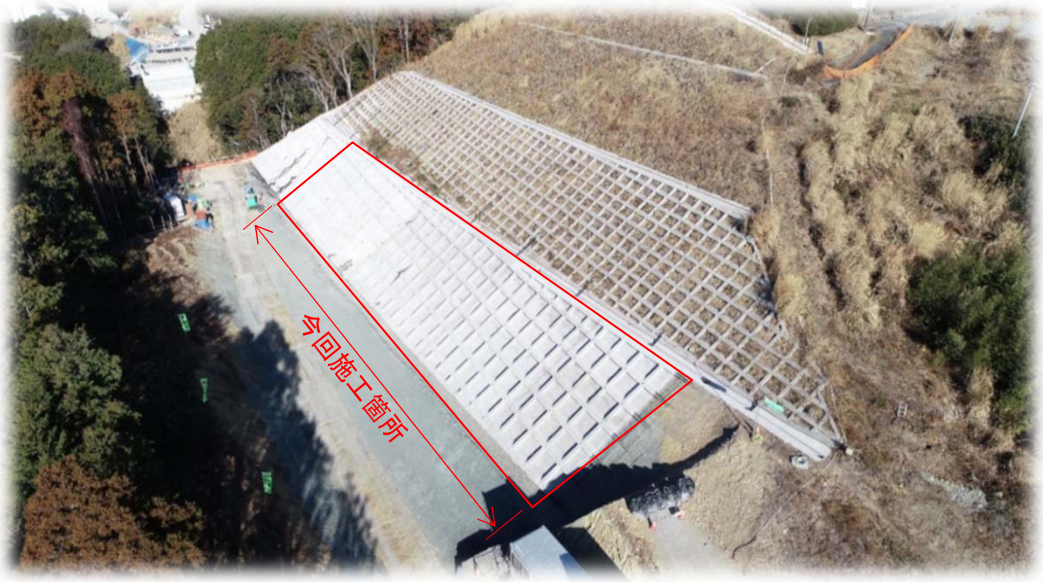
３）　工期　　令和　3年　7月　5日　～　令和　4年　3月　4日

４）　発注者　　静岡県島田土木事務所

５）　工事内容

工 種	種　　別	規　　格	数量
道路土工	掘削工	ｵｰﾌﾟﾝｶｯﾄ	3,000 m3
	法面整形工		780 m2
	残土処理工	軟岩、土砂	1 式
法面工	法枠工（吹付法枠）	梁断面 300×300	797 m
	ﾓﾙﾀﾙ吹付	t=8cm	525 m2
	ラス張	Φ2.0*50*50	764 m2
	鉄筋挿入工	D19、L=4.0m	192 本
仮設工	水替工		1 式

①はじめに
・本工事は静岡県にて、国道1号菊川ICを起点とし富士山静岡空港のアクセス道路に接続する国道473号線倉沢ICまでの延長3.3kmを整備する事業のうち、4号橋と5号橋の間で法面工事を行う工事である。
　作業場所は周囲を林に囲まれており、付近に民家等はない。前年度工事で一部法枠工が施工されており、今回の工事箇所に繋がる。隣接工事として4号橋A2橋台工の工事と5号橋上部工の施工が行われていた。

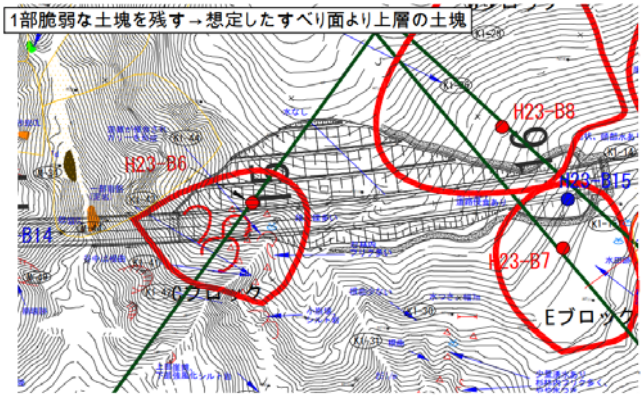


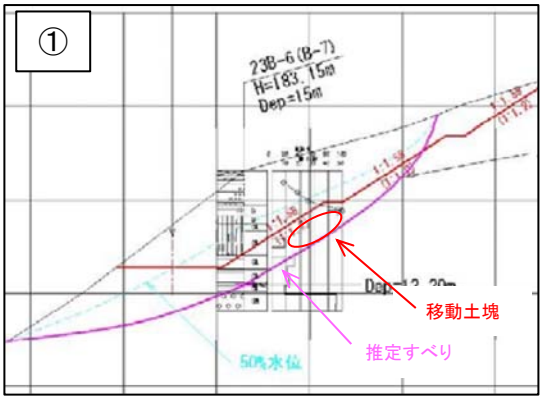
　今回は法面から発生していた湧水に対しての排水方法と応力開放後の速やかな施工について検討・実施した内容について述べます。

②現場における問題点

当工事は、4段ある法面の最下段の掘削を行う。
設計では、道路切土によりブロックとしては不安定側とはならないが、移動土塊が背面に残存すると考えられ切土背面に脆弱な土塊を一部残すこととなるため（下図①断面図）、法面に法枠工と鉄筋挿入工の施工を行い、法面の安定を図ることを目的として設計された工事である。

現地確認時に法面から湧水が発生しており、特に今回施工する箇所からは顕著に湧水が発生していることが判明した。前回工事の担当者に確認を行ったところ、前回工事でも法面より湧水が発生し、部分的に法面へ亀裂が生じる現象が複数回生じていた。特に今回施工する法面では降雨もない状態でも法面から常に湧水が流れていた。
施工箇所の土質は風化泥岩で風化速度が速い地盤であり、施工直後の応力開放及び湧水等の影響で風化が促進され表層崩壊の恐れが懸念される。施工時は速やかにモルタル吹付を行い、泥岩域への風化進行を抑制する必要がある。2段目の法尻には湧水を抜くための地下水排除工が施工されていたが、地下水が排水されていない状態であった。





施工乗り込み前の現場状況写真

法面に複数箇所亀裂が生じている

小段排水したより湧水が出ている

◎現場状況を踏まえて、
１、法面から発生している湧水の排水方法
２、応力開放後の速やかな施工
以上について、対策を検討した。

③問題点解決のための対策と検討
法面掘削及び法枠工の施工のために以下の施工方法を検討した。

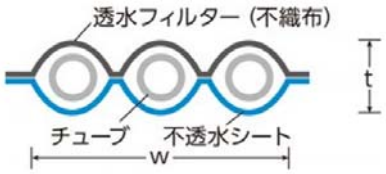
１、法面表面水の処理

法面の湧水を適切に処理するために、透水材の設置を検討した。現況を確認したところかなりの湧水量があるため、掘削の進捗に合わせて法面に透水材を設置する。

湧水量が少ない場合の透水材料
（ヤシ繊維系不織布）

法面からの湧水を適切に導くよう排水材を設置しなければ、湧水箇所より下部の泥岩層が風化が進行する恐れがある。特に湧水が多い場所では通常の透水材では適切に排水できない恐れがあるため、透水材と排水パイプが組み合わさった透水材を使用する。
湧水が多い箇所では透水材表面に湧水が染み出す状態となる。その場合、吹付を行う際のモルタルが剥がれ落ちる。そのため、湧水が多い箇所は不透水シートも併せて設置する。

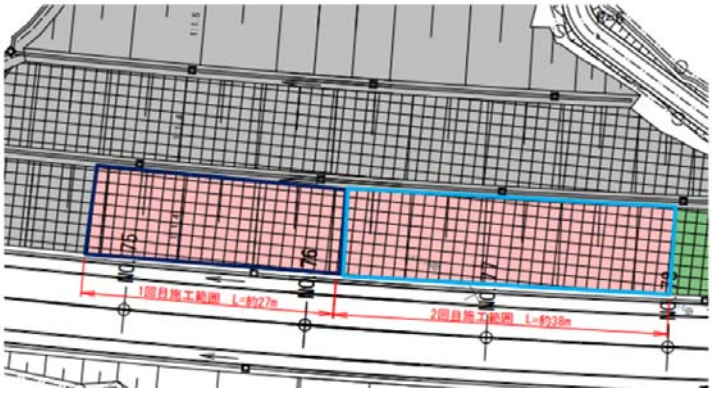
湧水が多い場合の透水材料（透水フィルター+チューブ+不透水シート）



２、施工範囲の分割

施工延長65m全てを一度に掘削すると掘削から法枠工の施工完了まで最短でも1ヵ月半の期間法面が無処理の状態となる。無処理な状態短縮するために施工範囲を分割する。
施工を分割すると機械等搬出入費用等の手間や期間が分割した分だけ多くかかる。また、他工事の施工が行われているため、材料や機械の搬出入時期の調整が必要となる。現況の湧水は起点側から中間部に集中しており、終点側は法面に染みる程度であった。費用及び工程を検討した結果、起点側から27mの範囲を1回目の施工範囲とし、残り38mを2回目の施工範囲として分割をする。
施工範囲を分割することで、期間が短くなり応力開放等による法面崩壊のリスクも低減することができ有効である。

施工位置分割平面図



工程の検討

※掘削からモルタル吹付開始までの作業期間
施工を分割しない場合

	施工数量	施工量	施工日数
道路土工			
法面整形工	780m2	27m2/日	29日
法面工			
ラス張工	778m2	100m2/日	8日
吹付枠工(枠組立)	871m	48m/日	15日
合計日数			52日

○ 実作業で52日かかるため、2ヶ月半の期間について法面を無処理状態となる。また、5号橋上部工の施工のため、10月後半に2週間程の仮設構台通行止め期間があるため、さらに無処理状態の期間が長くなる恐れがある。

施工を分割する場合

1回目

	施工数量	施工量	施工日数
道路土工			
法面整形工	324m2	27m2/日	12日
法面工			
ラス張工	324m2	100m2/日	4日
吹付枠工(枠組立)	362m	48m/日	8日
合計日数			24日

○ 1回目では24日の実作業となり、1ヵ月の期間について法面を無処理状態となる。

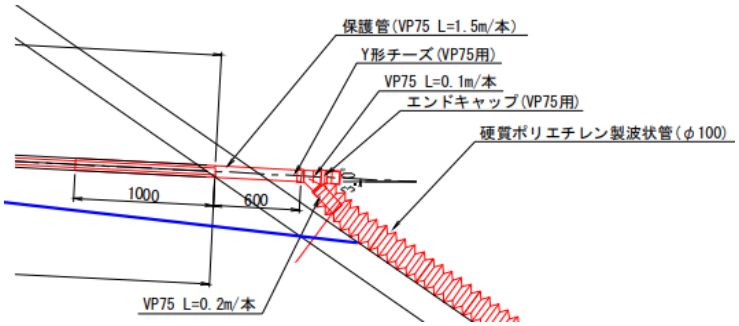
2回目

	施工数量	施工量	施工日数
道路土工			
法面整形工	456m2	27m2/日	17日
法面工			
ラス張工	456m2	100m2/日	5日
吹付枠工(枠組立)	509m	48m/日	11日
合計日数			33日

○ 2回目では33日の実作業となり、1ヵ月半の期間について法面を無処理状態となる。

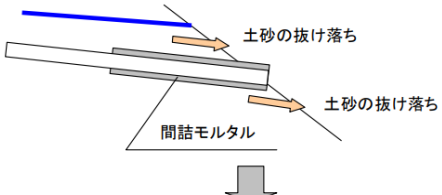
３、地下水の排除

法面の湧水を排除するため、地下水排除工（水平ボーリング）の施工を検討した。
水平ボーリングの施工により地下水を排除することができれば法面の安定を確保できるため、水平ボーリングを施工する。
しかし、地下水位以下に横ボーリングを行った場合、間詰モルタルを施工しても地下水により孔壁周りの土砂が抜け易い。土砂が流れ隙間が生じるとパイプ外周に水の道が出来てしまい、地山の崩壊を助長する恐れがあるため、当現場では不適当である。

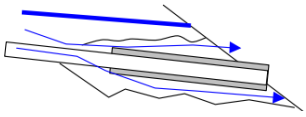


地下水位以下に孔口部を設置した場合の問題点

・間詰モルタルは設置されているが、地下水位以下になると孔壁まわりの土砂が抜けやすくなってしまう為、孔口部の保護の観点から安定した箇所の設置が望ましい。



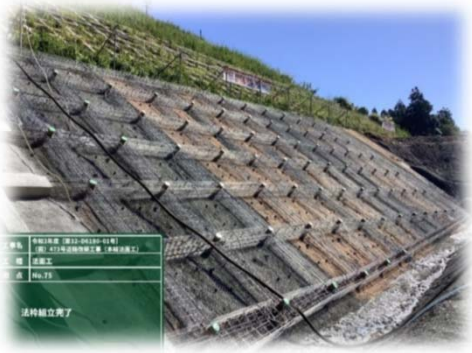
・土砂が流れ隙間が出来てしまうとパイプの外周に水みちが出来てしまい地山の崩壊を助長する。



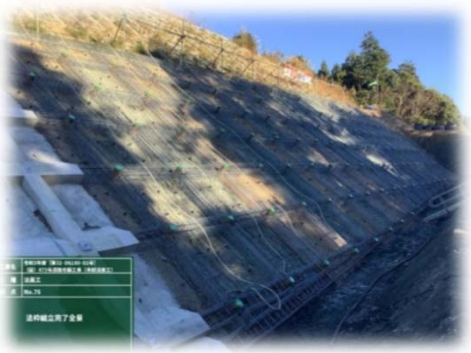
◎前記３案を検討の結果、施工範囲を２分割して、掘削の進捗に合わせて透水材を設置することが最も有効であると判断し、１と２の検討内容を採用して施工を実施した。

○対応策の適用結果

　施工を２分割に分け、掘削の進捗に合わせた透水材の設置より湧水を適切に排水することができ、法面表層崩壊を発生させることなく施工ができた。
　他工事との工程調整と工事工程の見直しにより２週間程の延伸が必要となったが、施工班を増やす等の対応の結果、工期を短縮することができ当初工程通りに竣工できた。



1回目施工箇所



2回目施工箇所

1m毎の透水材設置状況

透水材設置状況

④終わりに

　今回は検討結果が功を奏し、無事に工事を終えることができた。当社職員と作業に携わる作業員を含め全員で検討・打合せを行い、問題点の洗い出し・検討をしたことが成功に繋がったと思う。次回工事でも今回の経験を活かし、よりよい施工方法を検討し現場管理を行っていきたい。
今回の工事で協力いただいた諸先輩方に感謝致します。

完成写真