

SPC工法による道路拡幅工事について

株式会社 土佐谷組
現場代理人 土佐谷文輔

1. はじめに

本工事は、沼津土肥線の大瀬岬から3km程東に位置する久料地区の道路改良工事です。現場は、海と山に迫られた急峻な地形で、幅4.5mの既設道路が海上約25mの高さで延長120mほど続き、海側路肩は不等沈下、山側法面は部分崩落の為、仮設防護柵が設置されたままの状態でした。本工事は、「道路利用者に対する安全対策」という技術提案を伴う総合評価型工事であり、西伊豆観光地に通ずる頻繁な道路通行を確保しながら施工する必要がありました。今回は、上記条件を踏まえた上で、道路幅員を4.5mから8.5mに拡幅するために、急峻な海側法面にSPC壁を設置する本工事の手順と、仮設計画の工夫について述べたいと思います。

2. 工事概要

工 事 名 : 平成21年度[第21-D07096-01号](主)沼津土肥線
地域活力基盤創造交付金(道路改築)工事(道路拡幅工)

工 期 : 平成21年 9月21日 ~ 平成 23年 1月 11日

発 注 者 : 静岡県 沼津土木事務所

工 事 概 要

道路改良

道路土工	切盛土工	1.0式
軽量盛土工	法面工 モルタル吹付、切土補強土工	1.0式
	SPC工	L=110m
	上部工	L=110m
擁壁工	プレキャストL型擁壁工	L=20m
排水工	L型側溝、管渠型側溝	1.0式
防護柵工	落石防止柵工、路側防護柵工	1.0式
構造物撤去工		1.0式
仮設工	仮設作業構台、	1.0式
	YTロックシステム構台	1.0式

着手前(伐採完了時)

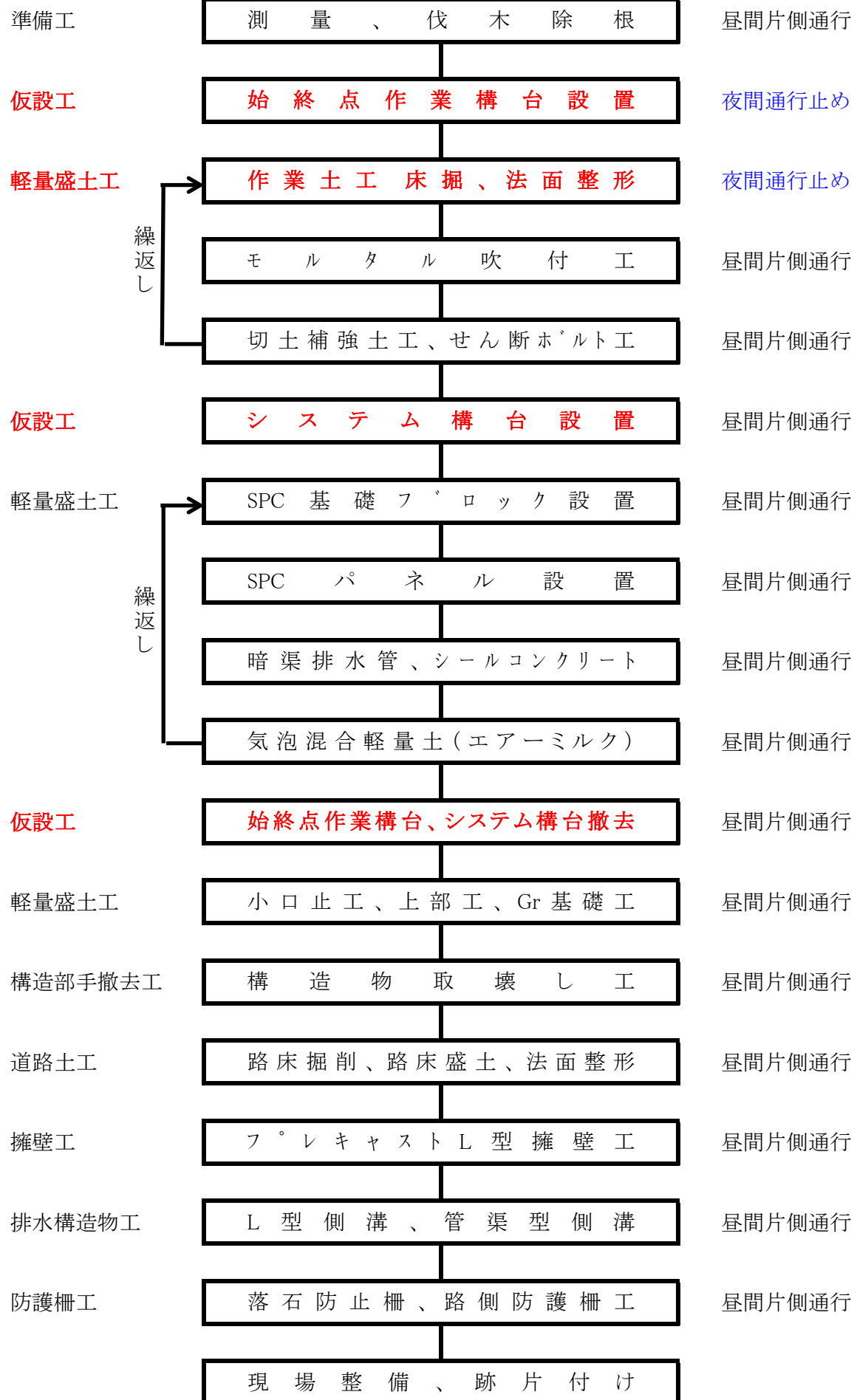


完 成



2. 施工フローチャート

赤色部分:技術提案



3. 技術提案

道路利用者に対する安全対策という技術提案を受けて、下記の提案をしました。

A. 片側交互通行時の交通誘導員配置計画

始終点以外にも交通誘導員を追加配置し、片側交互通行車両を安全に誘導し、歩行者通路は確保できないので、歩行者がいる場合は個別誘導して、安全歩行を確保する。

B. 作業構台施工方法-1(システム構台)

当初設計

県道を部分掘削し、DHハンマによるH鋼杭に支持される覆工板作業構台を利用してSPCを施工。昼間片側通行では、通行車両の幅が確保できず、作業機械と接触する可能性がある上に県道路肩崩壊の危険性がある。 DHハンマ打設、SPC施工等の作業効率が非常に悪い。

技術提案

県道を部分掘削せずに、SPC施工予定位置海側法面にシステム構台(NETIS登録YTロック)を設置し、小型クローラークレーン(4.8t吊)を使用してSPCを施工。

システム構台はDHハンマ等の大型機械は不要で、人力作業で組立解体が可能なので、構台設置撤去時も、SPC施工時も県道通行車両に関係なく作業出来、安全性、作業効率の双方に有効。

C. 作業構台施工方法-2(始終点作業構台)

各工種の使用資材機材の仮置き、積卸ヤードとして25tクレーンを設置可能な覆工板作業構台が必要なので、当初設計を改良した形式で、SPC工区外(県道幅が広い)で県道海側法面に設置する。(システム構台には作業荷重に制限があり、13tクレーンの作業荷重が最大)

県道海側法面を掘削し、路肩をL型擁壁で土留した後にH鋼覆工板を設置するので、県道路肩崩壊の危険性が無く、県道通行を確保したまま、大型クレーンにてシステム構台上に資材の荷卸しが可能。

D. 夜間通行止めによる作業

SPC作業土工は、県道上のBHで行うが、車両通行幅が確保できないので、夜間通行止めで作業する。 掘削完了後の法面は脆弱で、所定の勾配で自立できないので、SL:1.5m程度で夜間作業を終了し、翌日昼間に同上法面にモルタル吹付を施工する。

上記作業の繰り返しにより、作業土工、モルタル吹付を昼夜進捗させる。

3. 技術提案実施状況

A. 片側交互通行時の交通誘導員配置計画

起点側交通誘導員

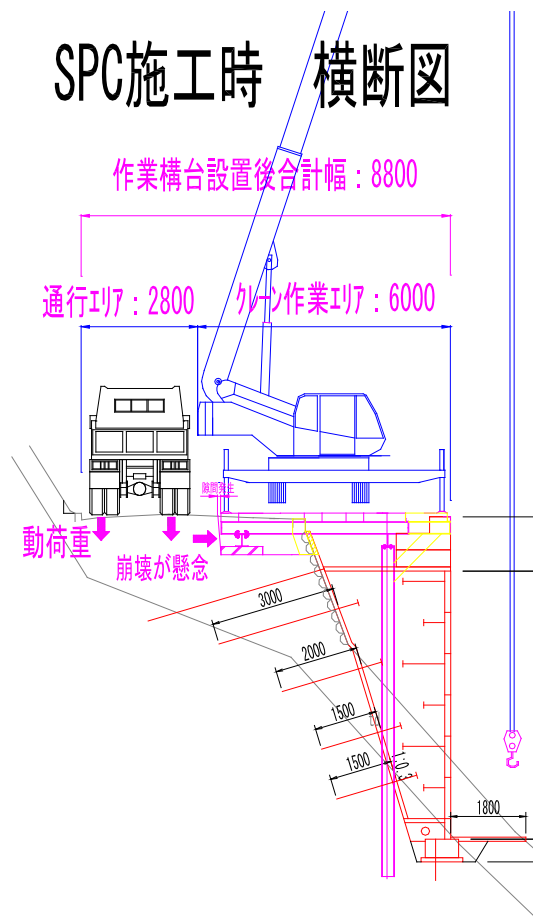


歩行者の個別誘導



B. 作業構台施工方法-1 (システム構台)

当初設計



当初設計の問題点

- ・県道通行車両の幅が確保できない。
- ・県道路肩崩壊が懸念される。
- ・SPC施工の作業効率が悪い。
覆工版を設置撤去しないと作業出来ない上に、クレーンオペからの視認性が悪い

システム構台設置状況



- ・急峻なSPC海側法面に人力で設置可能
- ・県道の車両通行に関係なく施工可能

SPC施工状況



- ・クレーンオペからの視認性、作業効率が良い



システム構台の問題点

- ・載荷荷重に制限 (Max13tR) があるので、大型クレーンでの作業が出来ない。
- ・県道と同じ高さまでシステム構台を組み立てると、空m3が膨大となり、経費的に不可能
- ・県道と同じ高さで大型クレーンによりシステム構台上に荷卸可能な(県道通行を確保して)構台が必要。

C. 作業構台施工方法-2(始終点作業構台)

終点側H鋼作業構台

H鋼作業構台設置状況(当初設計を改良)
県道法面を部分掘削し、L型擁壁で路肩土留め



終点側H鋼作業構台

25tラフタークレーン作業状況(伐木積込処分)
県道通行を確保して大型クレーン作業が可能



始点側H鋼作業構台

50tラフタークレーンを使用して資材荷卸し作業
県道通行を確保して大型クレーン作業が可能



始点側H鋼作業構台

BH0.7m3にてSPC基礎ブロック荷卸し作業



D. 夜間通行止めによる作業

作業土工 床掘状況

県道上にBHを設置すると、車両通行は不可
最大H=10mを施工するため、ロングブームを使用



法面工 モルタル吹付状況

夜間床掘した法面を昼間作業でモルタル吹付
昼夜作業で昼間県道通行を確保して工程を進捗



夜間通行止の説明会を各自治会で行い、資料を配布するだけでなく、有線放送で広範囲に周知し、県土木ホームページにも掲載して、事前の周知と理解をお願いしました。

3. SPC工法による軽量盛土工の施工状況

- 1) 作業土工 上部のモルタル吹付、補強土工が作用しているので、その下部を掘削できる。

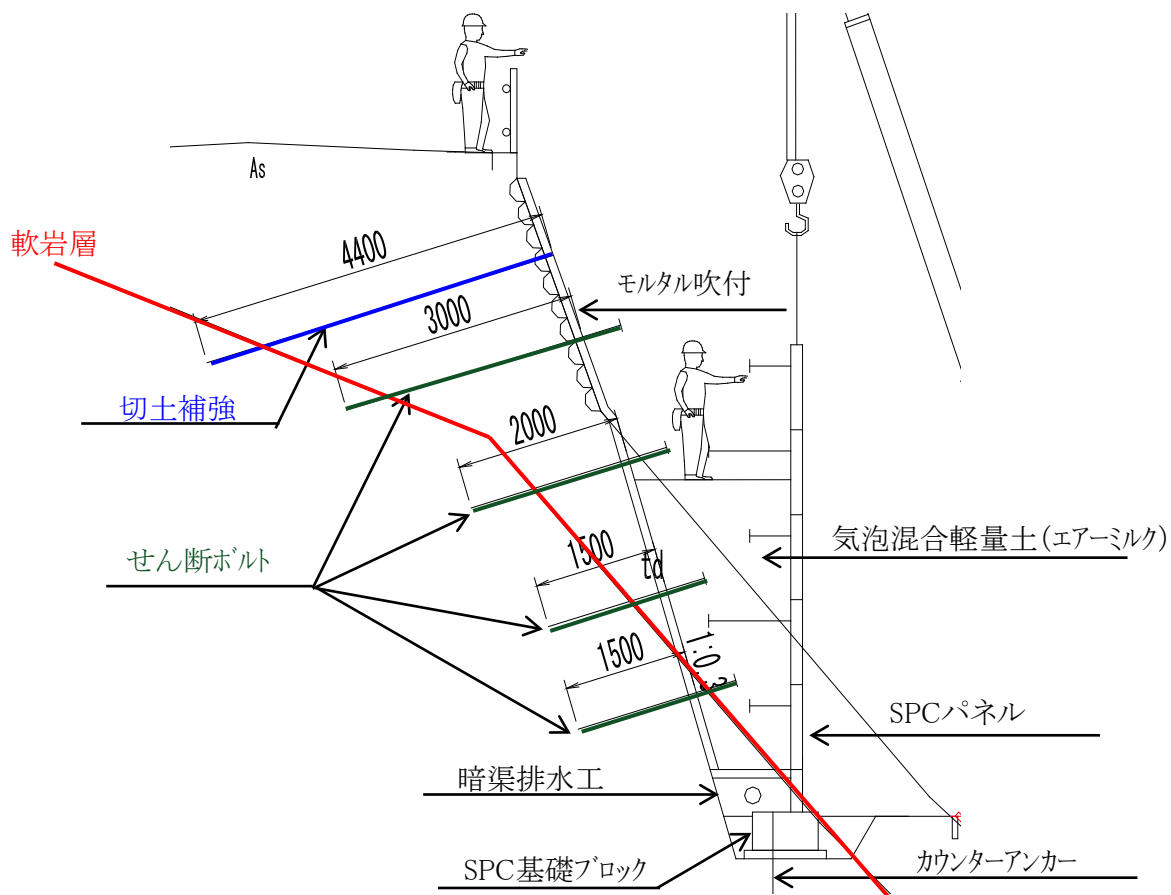
SPC壁背面の地山を所定の勾配に掘削、法面整形する。（上記写真）

オペは掘削部を直視出来ないので、無線を使用して合図し、監視員を配置する。

- 2) 法面工

イ) モルタル吹付工

作業土工後の法面にモルタル吹付（上記写真）



ロ) 切土補強土工、せん断ボルト工
モルタル吹付完了後、アンカー足場を組み立てる
段数割、ピッチ割を考慮して、格段施工完了後
組立、組外しを繰り返す。

足場上に二重管削孔機をセットし、切土補強土、
せん断ボルトを施工する。 施工サイクルは
削孔→削孔長確認→内側ロッド引抜→鉄筋挿入
→ケーシング引抜→セメントミルク注入

切土補強とは

多数の鉄筋(アンカーボルト)挿入により法面崩壊を防止
メッキアンカーボルトをモルタル吹付表面で締付し、
プレートで固定するタイプ。

せん断ボルトとは

メッキアンカーボルトが、モルタル吹付表面より50cm
長く、表面での締付プレート、先端での定着プレート
の二重構造をもつ。
背面地山の補強と共に、気泡混合軽量土(エアミルク)
と定着(一体化)する。

背面地山は、上記法面工のみで自立し、道路拡幅
の目的がなければ、これで完成
本工事では道路拡幅が目的なので、その海側へ
SPCパネルと、気泡混合軽量土を施工する。

3) SPC工

- ・ 均しコンクリート

床掘基礎地盤上に型枠を組み立て、均しコンクリート
を打設する。
SPC基礎ブロックのピッチ割を考慮して段割する。

- ・ SPC基礎ブロック据付 (450*850*2000)
均しコンクリート上に敷モルタルを敷設し、丁張に合わせて
基礎ブロック(W=1800kg)を据付る。

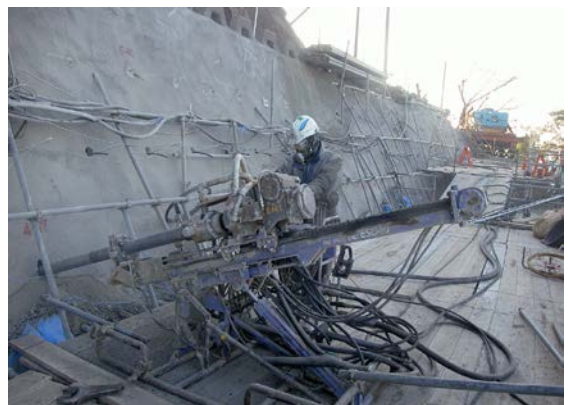
SPCパネルと合同形の定規を使用して精密に
ピッチ割する。 直線部、内外カーブなど
に対応して、丁寧に据付る。



アンカー足場組立状況
段数、ピッチ割を考慮して計画、施工する。



二重管削孔機(ロータリーパーカッション)
外側ケーシングと内側ロッドで同時削孔し
ケーシングを残して確実にアンカー挿入可能



均しコンクリート完了全景



SPC基礎ブロック据付状況



- ・カウンターアンカー工

基礎ブロック据付後、埋戻しや気泡混合軽量土打設時の側圧により移動しないように、カウンターアンカーを設置する。基礎ブロックの箱抜孔に合わせて削岩機で所定の深さに削孔し、鉄筋を挿入後グラウトを注入する。

カウンターアンカー削孔状況



基礎ブロック箱抜孔は間詰コンクリートで固定する。
基礎ブロック背面には埋戻しコンクリートを打設する。

間詰、埋戻しコンクリート打設状況



間詰コンクリートの強度が発現したらアンカーボルトにプレート(PL9-150*150)、コマナットを取付け、堅固に締付け固定する。

コマナット締付固定状況



- ・SPCパネル据付

SPDパネル設置に先立ち、基礎ブロックに埋設してあるPC鋼棒にPCワッシャー、カップラーを取付けて、次のPC鋼棒を接続し、パイプレンチで軽く締め付ける。

基礎ブロック上にSPCパネルの墨出しを行い、パネルの孔に上記で取付けたPC鋼棒を通してながらクレーンにて据付ける。

SPCパネル据付状況



PC鋼棒ナット締付状況

パネル据付後、左右のPC鋼棒にプレート・PCワッシャー、PCカップラーを取付け、トルレンチで所定の緊張力を導入して正位置に固定しパネルの転倒を防ぐ。

・補強鉄筋設置

補強鉄筋は、SPCパネルと気泡混合軽量盛土を一体化する目的で設置し、長期的な気泡混合軽量盛土の安定を図る。補強連結プレートをナットで挟み込み締付け、異型棒鋼の先端にプレートを同様にして締付け固定する。



3) 気泡混合軽量土(エアミルク)打設

本工事においてはプラントを設置する場所が極端に制限されているのでその主成分のセメントミルクは、生コンプラントから生コン車にて運搬し、仮設プラントにて気泡発生装置により発生した気泡群を、ブレンダーでセメントミルクと混合攪拌して気泡混合軽量土を製作しポンプ車にて配管圧送打設します。

・使用材料

セメント： 高炉セメントB種 太平洋セメント製
 起泡材： ファインフォーム707P (株)エヌエムビー
 希釈倍率：25倍 発砲倍率：25倍
 プラント： 長岡生コンクリート株式会社

・気泡混合軽量土の物性

項目	単位	規格値
生比重	t/m ³	0.63±0.1
フロー値	mm	180±20
空気量	%	61±5
一軸圧縮強さ	KN/mm ²	1,000

上記品質を確認するため打設日毎に右写真の噴出孔からエアミルクを採取し、品質試験を実施後、テストピースを採取して、σ7の一軸圧縮強度を現場にて確認します。
 比重が0.63なので、コンクリートに比べ $0.63/2.35=27\%$ の重量で軽量盛土が可能→支持地盤への負担軽減

気泡混合軽量土プラント及び圧送状況



気泡混合軽量土打設状況



・気泡混合軽量土打設方法

エアミルクはコンクリートに比べて流動性が大きいので、SPCパネル目地部分や、裏面排水材の取付部分など、漏洩が懸念される部分、防水性を重視する部分にはコーキングやガムテープなどで細かく防水、漏洩防止処置を施しておく。

エアミルクの一回の打設高さは1m以下とし、打設ホースの吐出口を極力低くして流し落とすことが無いように注意する。

エアモルタルが硬化するまでに微細な気泡が安定して存在することが重要であるので打設ホースの吐出口を移動させる時は、材料に余計な振動、流動による気泡の消失を与えないよう注意する。同上の理由で、天端均しは気泡の消失につながるなので、最上段施工時以外は行わない。打設中に降雨があると、気泡が消失するので、雨天が予想される場合は打設をしない。養生については、下記の点に注意する。

- ・硬化するまで振動、衝撃を与えない。(バンププレートによる締固めは厳禁)
- ・急激な乾燥によるひび割れが懸念されるときは、シート養生を行う。
- ・打設後の降雨や、雨水の浸入は気泡の消失につながるなので、シート養生や排水対策を講ずる。
- ・凍結の恐れがある場合は吸熱養生を行う。(シート+煉炭など)

この現場で最初から悩んだことは、

- ・予想以上に急峻な現地法面
- ・既設道路を利用しても大型重機の作業ヤードが工区内に1箇所も無い。
- ・既設道路を法止めしている石積は、雑割空積でBHが走行ただけで部分崩壊する。
- ・上記条件を踏まえると、当初設計の作業構台は道路利用者の安全を確保できない。



上記問題点を克服するために、多種多様の仮設計画を策定

- ・夜間通行止めにより、始終点作業構台を設置し、昼間大型重機の作業ヤードを確保する。
- ・土工事に先行して1回に2m以内でモルタル吹付、切土補強施工(逆捲き)により、県道路肩崩壊を防止。
- ・急峻な海側法面にシステム構台を人力で設置する事により、SPC作業ヤード確保と県道通行車両の安全の双方を得ることが出来た。

システム構台の注意点

NETISに登録されている画期的な工法で、あらゆる急勾配地に作業構台を設置できますが、万能ではありません。

- ・載荷荷重に制限がある。 BH0.25m³、13tRが最大(スパン割を小にすることで、大荷重にも対応)
- ・使用部材の制限荷重内での構造計算は十分になされているが、それを支える支持地盤の検討が確立されていない。

以前採用例でキャスポル(簡易地盤支持力測定器)により現地地盤支持力を測定し、想定される荷重を構台支柱根元の□30cmの板で支える安定計算が成立していましたが、その数値はアスファルト舗装なみの強度を持ち、通常の現地盤にはとても望めないものであり、実際に2回キャスポル測定しましたが、満足する数値は得られませんでした。

- ・監督員と、設計コンサルタントに相談したところ、事前ボーリングデータを利用して、構台全体の荷重により現地法面が円弧すべりに対して安全であることを証明できれば良いとアドバイスを受け、立証できました。

実際の施工で、システム構台上に最初に4.8t吊クレーン(自重9.6t)を載せる時は本当に大丈夫か？という不安がありましたが、びくともせず、異常ありませんでした。

システム構台の下に入り、チェックリストに従い不当沈下や部材変形破損を点検しましたが、沈下は避けられるものではなく、載荷により不当沈下したら、ジャッキ調整や部材補強により荷重に対応して行く必要があります。 これは載荷初期に必要な項目で、その後は安定した状態を保ちました。

それでも大雨の直後等は円弧すべりが危惧されるので、伐採時に切株を残しておき、その切り株に継ぎを取ることで、少しでも安定させたいと準備工段階でシステム構台業者から依頼されました。

おわりに

急峻な法面での道路拡幅工事でありましたが、無事故、無災害で工事完了する事が出来ました。

徹底した事前の安全教育は当然の事ですが、今まで述べてきた仮設計画の工夫を実現できた事とその後の日々の点検、見直し、改善が重要だと感じました。

仮設計画を提案、検討、施工した協力業者と、その工法を採用するに当たり、迅速に対応してくださった、監督員並びに沼津土木事務所の皆様、及び夜間通行止の実施にご協力いただいた地元関係者の皆様に深く感謝いたします。

