

海岸堤防補強工事における工程短縮への取組み



▶ 目次

▶ 1. 工事概要

▶ 2. 堤防補強のイメージ

▶ 3. 工事内容の考察

▶ 4. 課題の選定

▶ 5. 工程短縮に向けた検討と実施

▶ 6. 工程短縮の取組み結果

▶ 7. その他の取組みについて

▶ 8. まとめ

1. 工事概要

工 事 名 令和3年度 駿河海岸榛原工区堤防補強工事
 発 注 者 名 国土交通省 中部地方整備局 静岡河川事務所
 工 事 場 所 静岡県牧之原市細江地先
 工 期 令和3年7月19日 ~ 令和4年3月31日 (完成日) 令和4年3月28日
 工 事 金 額 ¥229,680,000 (税込)
 工 事 目 的 本工事は、南海トラフの巨大地震等に伴う津波に対して、減災機能をもった「粘り強い構造の海岸堤防」を整備し安全性を高めるための工事である。

工事区分・工種・種別	数量	単位	備考
海岸土工	1	式	
掘削	3,300	m3	
法面整形(ICT)	1,360	m2	
天端被覆工	1	式	
コンクリート被覆工 t=500	544	m3	
裏法被覆工	1	式	
コンクリート被覆工 コンクリートブロック	1,275	m2	
プレキャスト基礎工	208	m	
光ケーブル配管工	1	式	
養浜工 V=1,800m3	1	式	
構造物撤去工 As、Co	1	式	
伐木除根工	1	式	
伐木、伐木除根工	5,000	m2	
仮設工	1	式	
仮設道路工 他	4,300	m3	

位置図



現在、静岡河川事務所管内で整備中の駿河海岸直轄海岸保全施設整備事業における、榛原工区(図-1)

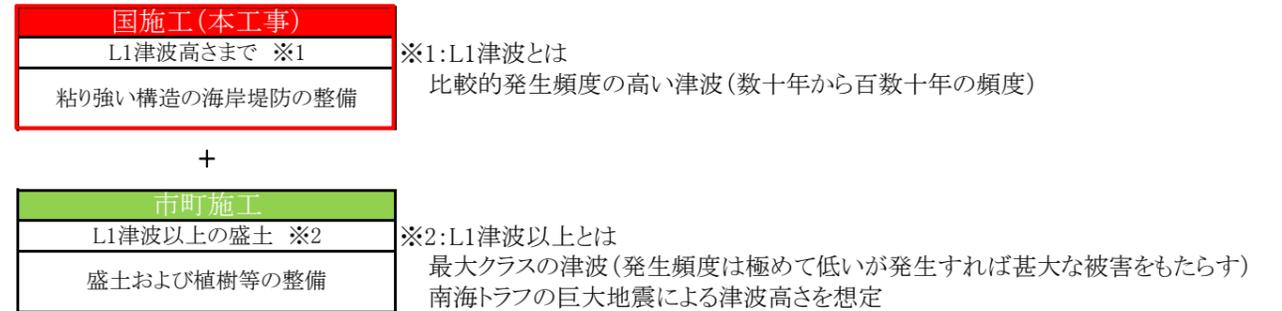


図-1:位置図

2. 堤防補強のイメージ

堤防補強の全体計画(役割分担)

想定する災害に備え、国で堤防補強工事・各市町で背面の盛土工事と施工分担し、事業が進められている。



本工事で施工を行う国の工事では、駿河海岸における【粘り強い構造の海岸堤防】の構造については(図-2)を基本構造とし整備が進められている。

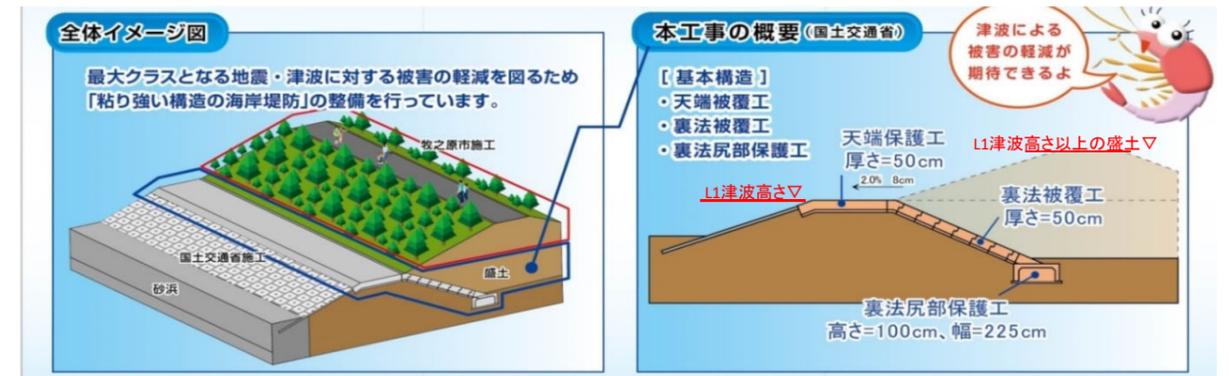


図-2:堤防補強のイメージ図

本工事は榛原工区の内、(図-3)の着色部 L=200mの施工を行うものである。

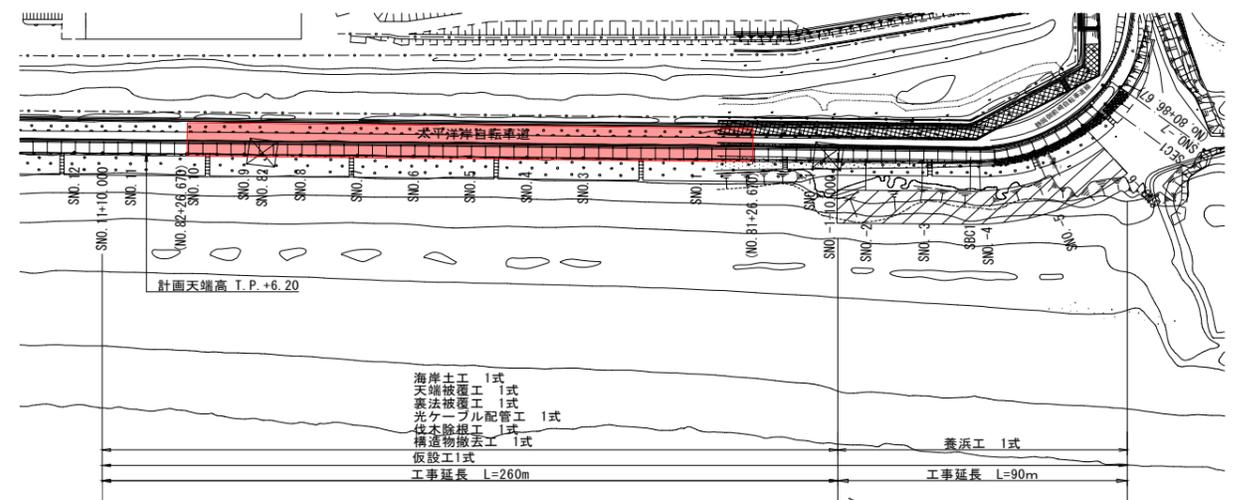


図-3:平面図

【施工内容と基本構造】

現在の堤防は、海側法面がコンクリートブロック、天端平場部をアスファルト舗装、陸側法面を法張ブロックで覆う形で構築されている。

今回工事の計画については、海側の既設構造(護岸ブロック)法肩付近の一部を取壊し、天端被覆工のコンクリートと連続した形で、既存の護岸ブロックへ擦りつける構造となる。

陸側については、堤防天端部から陸側の法面と法尻基礎を全て取壊し、新規構造物で再構築する計画である。(図-4)

新たに構築する堤防の構造は、プレキャスト基礎により法尻部の強化、陸側法面を部材厚50cmでかみ合わせ構造のプレキャストブロックで補強(一部現場打ち)、天端部は天端と両側の斜め部を一体化した形状で部材厚を50cmの現場打ちコンクリートで構成する。

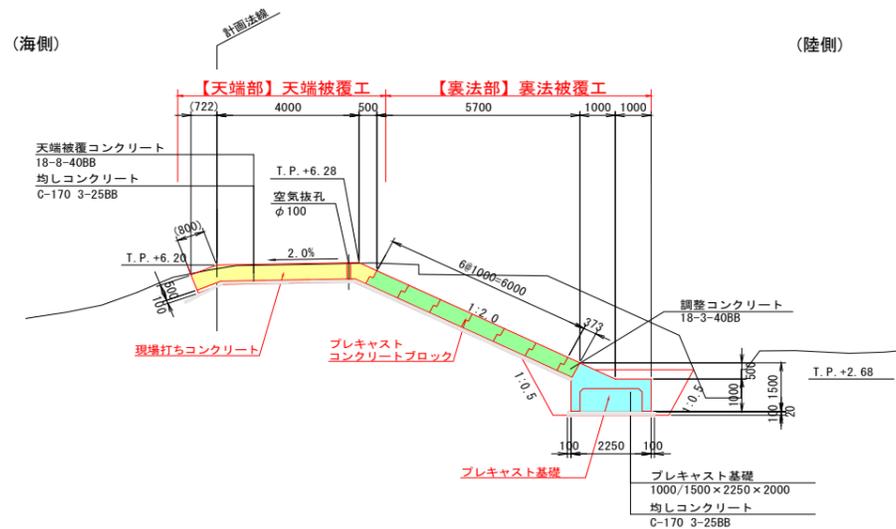


図-4:標準断面図

施工箇所写真



写真-1:坂口谷川右岸



写真-2:伐採完了後



写真-3:施工箇所

3.工事内容の考察

構造物を構築するという事は、設計思想を踏まえ適正な出来形・品質を満足することが第一条件となるが当然の事ながら、適正な工期で安全に工事を完了させることが求められる。本工事においても、その要求事項を満足するため、照査時に考察を行った事例は以下のとおりとする。

1) 施工する本体構造物の考察

本工事で構築する構造物は基礎部、法面部にプレキャストコンクリート製品を使用し、天端部と海側法面の一部を現場打ちとする構造で比較的単純な構造である。

構造決定に至る経緯は発注者が「粘り強い構造の海岸堤防」と掲げ基本構造については、これまで実験的研究を行い検討委員会において議論を重ねた上で決定している。

これまででも、同構造の工事が発注され、当社においても施工実績があり完成イメージが連想できる状況であった。よって、設計思想が固まっている事から、構造変更等のような変更は伴わない事が予想できた。

構築する構造物(図-4)に要求される、出来形・品質、施工性についての考察は、①裏法部、②天端部にすみ分けし検証した結果は以下のとおりである。

① 堤防裏法部(プレキャスト基礎・プレキャストコンクリートブロック被覆工)

【主観】 裏法部の構造は主にプレキャストコンクリート製品で構成される。

【出来形・品質】

プレキャストコンクリート製品は、製造者により製造工程で品質管理が実施されるため、一般的に考えれば、問題の無い品質を確保された製品が納入がされるため問題は発生しづらい。

出来形についても一般的な内容につき、測量作業を的確に行えば問題ない。

【施工性】

施工については、作業土工方法を検討し、適正な重機選定をした上で、作業ヤードを確保すれば問題なく施工が行えると判断した。(図-5)は重機選定検討時に作成した資料である。

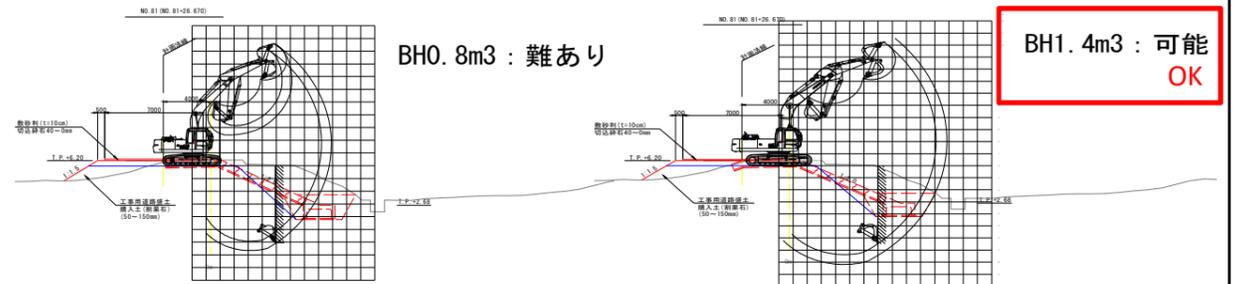


図-5:裏法部作業土工における使用重機検討資料

② 堤防天端部(天端被覆工:型枠・コンクリート)

【主観】 天端と海側法面の一部は現場打ちコンクリートで構成される。コンクリートの厚さは50cmで天端部両側が傾斜(1:1.8~2.0)形状で縦断方向5.0m毎に目地構造を設ける仕様としている。

【出来形・品質】

コンクリートの品質は、施工時期の気候により留意点変動するが、本工事のコンクリート使用時期は冬季の施工になるため、異常な気温低下による凍害を除けば、比較的問題なく施工できる時期となる。コンクリート使用における時間管理についても留意する必要があるが、納入業者との納入打合せを密に行い、打設計画を行えば対応が可能。よって、品質管理も問題無いと判断した。

出来形については、現場打ちとなるので型枠精度等に留意し、測量作業を的確に行えば問題ない。

【施工】

部材厚が50cmあり、天端部両側が傾斜(1:1.8~2.0)形状であるが、コンクリート打設作業における締固め作業や、傾斜部に発生する気泡除去等に留意すれば、特段の問題は無い。ただし、時間割や必要人員等の打設計画に留意し施工を行う必要がある。

【養生】

コンクリート打設時期が冬季であるため、異常な気温低下による凍結と、急激な乾燥によるひび割れが予想されるため、初期養生～中期養生に留意する必要がある。養生方法は過去の工事経験を基に以下のとおり対応すれば問題無いと判断した。

「硬化前の初期養生」

凍結および急激な乾燥を防止できる、移動式のポリエチレンシート枠による養生とする。(図-6)凍結が予想される場合は追加措置として、ヒーターによる給熱養生を行う計画とした。

「中期養生」

養生シートを使用した湿潤養生とし、設置後は散水を行い必要期間中設置する計画とした。

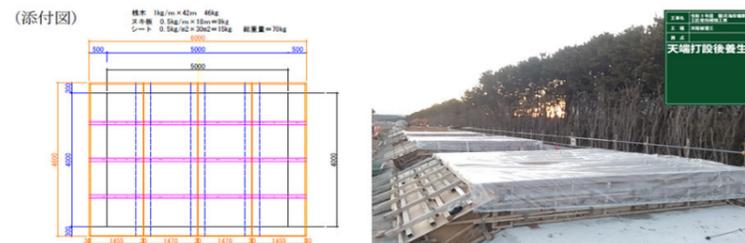


図-6:天端部 初期養生の様子

4. 課題点の選定

ここまでの考察結果をまとめると下表のとおりとなる。

項目	判定	対策等コメント
本体構造物	◎	構築する構造物は設計どおりで施工が可能。
品質管理	◎	品質の確保は可能。
施工方法	△	単的な構造物の施工は問題ないが、工程短縮を目的とした仮設計画、施工順序等の検討や変更は必要。
工程管理	×	施工順序や施工方法の変更を検討し、1.5ヶ月+αの短縮を図る必要がある。

考察の結果から、大幅な工程の短縮が必要となり、現場条件を踏まえ全体的な作業方法について再検討することになった。また、発注者からは工期末は最長で3月末限りとし、施工が完了しない場合は打切り竣工とする条件が課せられており、より確実な工程短縮の手法を選定する必要がある。

5. 工程短縮に向けた検討と実施事項

工程短縮に向け、工事全体を合理的に施工できるよう、以下の1)～4)について検討と対策を行った。

- 1) 工事用道路造成とその他土工フローの修正……土砂運搬作業の削減
- 2) 構造物撤去工の施工について……原位置での作業期間短縮をし、次工程の早期着手
- 3) 施工順序の計画見直し……作業重複による施工期間の短縮
- 4) 裏法部コンクリートブロック被覆工の割付変更と現場打ちコンクリートの配置変更……作業量の軽減

1) 工事用道路造成とその他土工フローの修正

施工箇所周辺の状況は(写真-4)のとおりで、工事車両経路を往来する事になる。

当初設計(図-7)の工事用道路は、工事区間L=200mの海側へ、購入土(割栗石50~150mm)を盛土し工事車両の回転場を、起終点と施工中心部へ各1箇所設置する計画であった。購入材の使用数量はV=1,200m³で、盛土表面へ路面整備用の切込砕石10cm(V=140m³)を必要とし搬入材料は10tDT 約270台分となる。

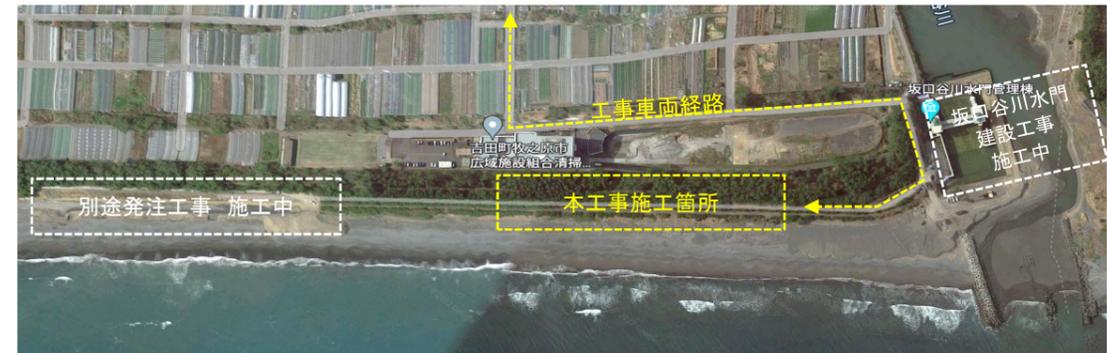
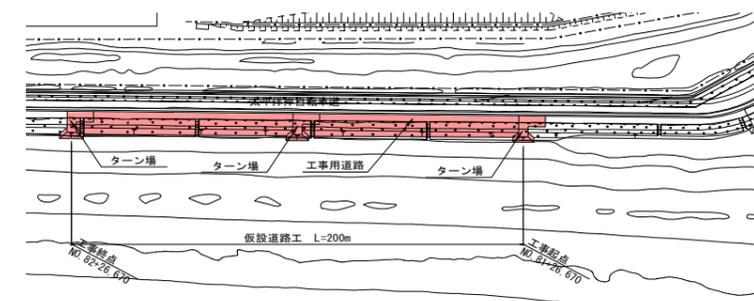


写真-4:施工箇所平面写真

仮設工平面図



仮設工断面図

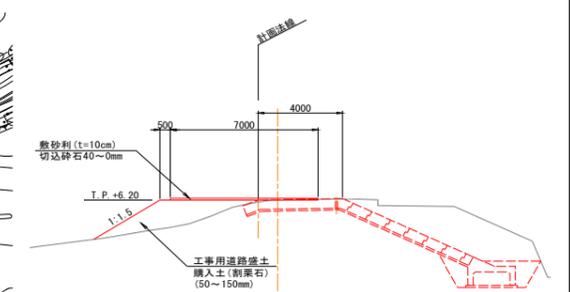


図-7:仮設工平面図・仮設工横断面図

2) 工事工程の考察

設計内容と現場条件等の付加状況を踏まえ、概略の工程表作成した結果、想定している工期末を超過してしまう内容となった。

工事用道路を設ける設計であるが、縦断方向の延長があり、工事用道路を含めた作業幅員は決して広くはない。クレーン等の重機を配置しての作業時は大型車両の通り抜けは困難に思えた。

よって、海岸土工や作業土工については場外土砂運搬作業を要するため、土工作業中はダンプトラック通行を優先させる事になり、他工種の工程に影響を与える事になる。

作業土工等の施工量を考慮すると、運搬車両の増数はできないと思われ、場外運搬を伴う作業に多くの時間を費やす事が想定された。

また、先に設ける工事用道路も購入材を搬入する作業となるため、同様の事が言える。

計画工程 工期:令和3年7月19日～令和4年2月28日 (この時点での変更可能工期末:令和4年3月31日)

工種等	R3						R4			
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
○ 海岸土工										工期未超過
○ 天端被覆工										
○ 裏法被覆工						基礎部	裏法部			
○ 構造物撤去工										
○ 伐木除根工										
○ 仮設工										
○ 準備工										
その他制約事項	※1	別途伐採工事	測量等業務							

※1 工程に影響がある制約事項と計画段階で想定できた条件は以下のとおり。

- 1.別途発注の保全整備工事における隣接区域伐採作業完了後の着手に限定。
- 2.標準断面発注につき伐採後の現地測量から図面作成および数量算出が必要。
- 3.現場発生土砂は仮置き場または残土処理先への場外運搬とし、埋戻土砂は再運搬が必要。
- 4.工期延長は年度末迄に限る。可能であれば増工をしたい。

また、当初発注において場外運搬を伴う、海岸土工から各工種の作業土工のフローは(図-8)で計画されていた。

現場余剰土は全て、残土として場外へ運搬する計画とし作業土工で埋戻しに使用する土砂は、場外へ運搬し一時仮置き後、埋戻し作業時に再び運搬する計画であった。

場外運搬を要する土量

用途	数量	運搬距離	運搬台数
残土	4,167m ³	14.0km	10tDT×約840台
※作業土工	811m ³	2.0km	10tDT×約170台×2回

※作業土工は搬出時・搬入時の2回の運搬

前記のことから、工事用道路の造成や作業土工、残土処理については、土砂運搬作業量が多く、時間を費やす事になる上、土砂運搬作業を伴う期間は運搬通路確保のために、同時期に行う作業を調整し、場合によってはいずれかの作業を中断せざる得ない状況となる。

よって、土砂運搬に関わる作業の見直しが必要と考えた。

【対策-1】

工事用道路は購入材で計画されていたが、現場発生土砂で盛土する変更案(図-9)を立案した。工事用道路の盛土材を、購入材から掘削または床堀で発生する土砂を使用する内容に変更し、埋戻しに使用する土砂も工事用道路前面へ仮置きする事とした。

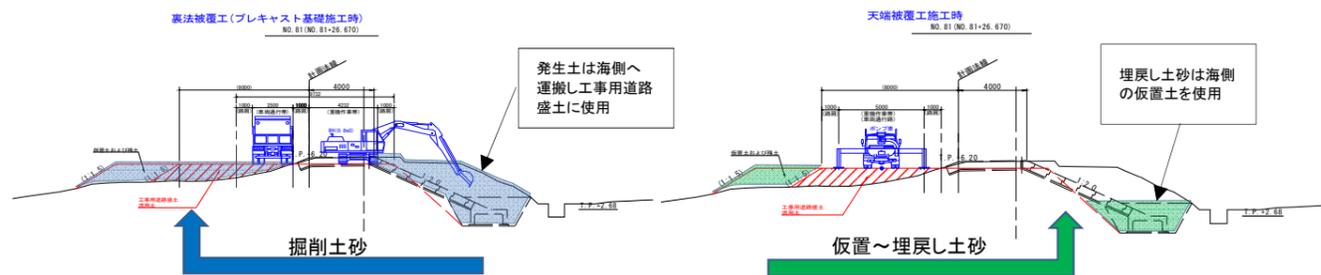


図-9: 施工変更(案) 発生土砂および埋戻し土砂置場

【対策-1の効果】

1. 購入材(約1,400m³)の搬入～造成に要する施工日数の短縮が図れた。
2. 土砂の場内運搬(L=0.3km)は発生したが、場外へ運搬する必要が無くなった。
3. 仮設道路造成と掘削作業が同時に実施できた。
4. 運搬作業の費用および、購入材料費の大幅な削減に繋がった。

尚、工事用道路盛土と、残土は次期工事において堤防背面の盛土材として使用する事になり工事完了時は残置する事になった。

2) 構造物撤去工の施工について

既設堤防天端の舗装版撤去は、終点側より着手し、起点側へ破碎～搬出作業を進めていけば既存路面上をダンプトラックが走行できるため問題は無い。

一方、コンクリート構造物の取壊しは、取壊しから場外への搬出までの作業を狭小な、堤防天端で行うことになり作業ヤードと運搬ルート確保をするために、発生したコンクリート殻は随時搬出していく必要があった。

また、コンクリート構造物の取壊し数量は、無筋・有筋を合わせV=311m³の予定であったが、現地踏査の段階で図面に記載のない構造物が確認されたので、取壊し数量は2倍程度増加することが予想された。

上記の内容から、当該作業は時間を要することが予想され、工程を圧迫する要因であった。



写真-5: 海側へ設置の工事用道路と土砂仮置

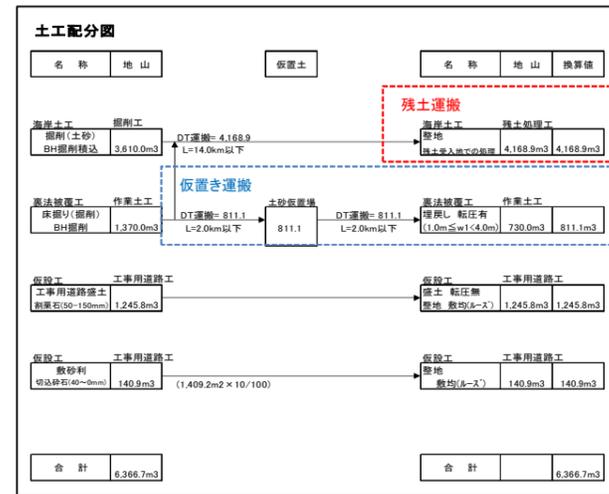


図-8: 土工フロー図

【対策-2】

現場内にコンクリート殻の、小割作業が可能な広さの仮置き場(写真-6)を確保する事にした。コンクリート構造物の取壊しは、原位置においてダンプトラック(10t)で積載可能な寸法までの大割とし、仮置き場まで場内運搬を行う事とし、運搬後に仮置きヤード内で小割作業を行った後、場外搬出することとした。(写真-7)は実際の作業状況。



写真-6: Co殻等仮置場



写真-7: 取壊し～小割状況

【対策-2の効果】

1. 原位置での取壊し期間が大幅に短縮され、次工程への着手時期を早める事ができた。
2. 本作業に影響がない位置へ仮置きする事で、場外搬出日の選定は、自由度が高くダンプトラックの手配状況や他作業における、重機稼働の合間をみて積込・運搬できるため、余裕を持って作業を行う事ができた。

3) 施工順序の計画見直し

本工事は構造物撤去から始まり、プレキャスト基礎→裏法部→天端部と堤体法尻から天端部の順で施工を行うことになるが、縦断方向の延長が200mあり、工事用道路を含めた作業ヤードは幅員が狭い。そのため、通路上で何らかの作業を行ってれば、資材搬入や土砂等の場内運搬車両の通行の制限がされる。この条件は避ける事はできないが、当初工程作成時は200mの区間を、一連で取壊し、基礎から天端被覆工までの施工を順に行う計画としていたが、次工程までの待機時間のロスが発生するため、施工手順の見直しを行った。

【対策-3】

施工延長L=200mを100mの2区間に分割し、半工程ずらしで施工を行う事で、各工種を同時期に施工する計画に見直しをした。

施工体制は重機班(土工・取壊し)、構造物構築班の2班体制とし、①②区間において同時期に別の工種を重複して進められる編成とした。

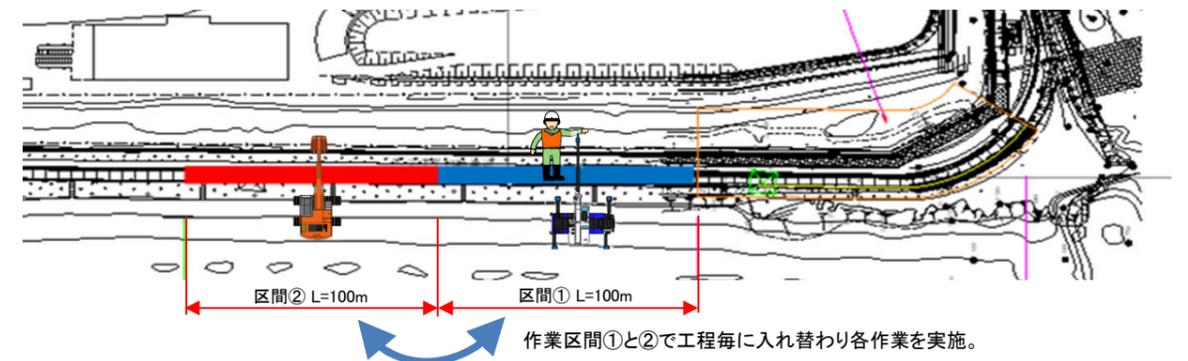


図-10: 分割施工のイメージ

6. 工程短縮の結果

前項1)～4)の対策をして施工を行った結果、実施工程は下表のとおりとなった。
結果として当初作成の計画工程から**1.5ヶ月の短縮**を図る事ができ、堤防L=200mを年度末までに完成することができた。
契約時より工期に懸念があり、場合によっては打ち切り竣工の懸念もあった中で施工に合理性を求め工程短縮へ取り組んだ結果によるものと思われる。
契約工期は当初の2月末から3月末の1ヶ月延長となったが、当初より発注者からの要求事項であった追加工事として光ケーブル配管工(L=200m)と養浜工等(場外運搬を伴うV=3,000m³の盛土)の施工を実施することができた。

実施工程

工期: 令和3年7月19日～令和4年2月28日(令和4年3月31日)

工種等	R3						R4				
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
○ 海岸土工											
○ 天端被覆工											
○ 裏法被覆工											
○ 構造物撤去工											
● 光ケーブル配管工											
○ 伐木除根工											
● 養浜工											
○ 仮設工											
○ 準備工											
当初作成時の全体工程	●										
記 事	変更履歴	契約日	請負代金額	増減額	工期末	備考					
	当初	令和3年6月2日	¥193,600,000		令和4年2月28日						
	第1回	令和4年1月19日	¥198,880,000	増 ¥5,280,000	令和4年3月31日	工事金額・工期末の変更					
	第2回	令和4年3月18日	¥229,680,000	¥30,800,000	-	工事金額の清算変更					

7. その他の取組み事項について

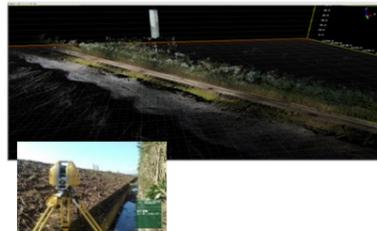
工程短縮への取組みに合わせ、作業効率の向上を目的に以下の事項に取り組んだ。

1) ICT活用工事の実施

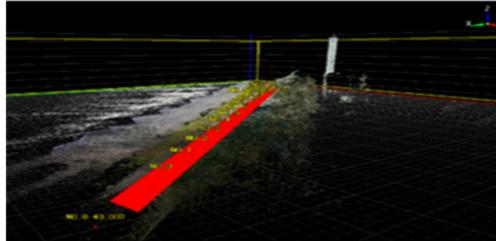
ICT土工 施工者希望Ⅱ型として発注者の定める建設生産プロセス項目(全5項目)を実施した。

対象工種は海岸土工 法面整形、施工数量A=1,360m²を対象とした。

①3次起工測量



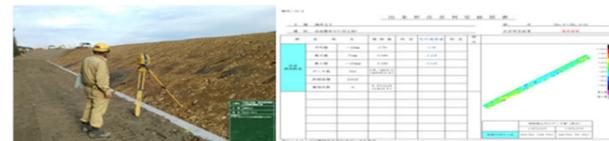
②3次元設計データ作成



③ICT建設機械による施工



④3次元出来形管理等の施工管理



⑤3次元データの納品

- 01 3次元設計データ
- 02 出来形データPDF
- 03 出来形評価データ
- 04 起工測量データ
- 05 出来形計測データ
- 06 工事基準点及び標定点データ(CSV)

また、設計対象工種以外の養浜工、工事用道路工についても、ICT建機による盛土施工を実施した。
ICT建機の施工により、丁張設置が不要になったことと、作業性向上による施工期間の短縮に繋がった。

2) 3次元設計データを活用した測量

堤防を構成する構築物の形状から作業土工に至るまで、全形状の3次元データ(図-13)を作成した。3次元データは測量アプリ端末(図-14)に取り込み、自動追尾式測量器と組み合わせて使用する事で、設計位置情報(通り・高さ)を現場において容易に取得できる様にした。測量データを3次元化することで、測点以外の情報も取得できるため、丁張設置は元より施工中の掘削幅や深さ、法面整形の確認等に利用できるため精度の良い施工が可能となった。
また測量器を自動追尾式とすることでワンマンでの計測(写真-8)ができるため大幅な作業効率化に繋がった。

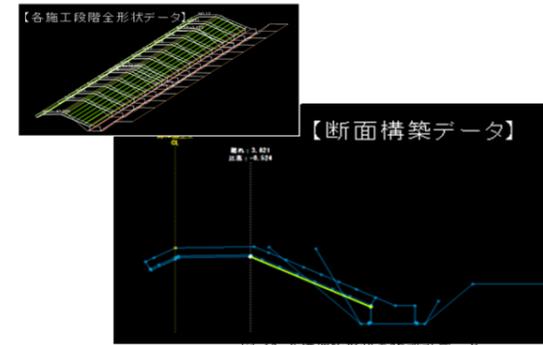


図-13: 全構築物形状の3D設計データ



図-14: 使用機器類(自動追尾式TS+ICT施工現場端末アプリ)



写真-8: 3次元データを活用した測量業務の様子

8. まとめ

これまで本工事における課題点「工程の短縮」について紹介をさせて頂きました。

どの工事においても求められる形状や品質、性能を確保する事や安全管理、工程確保の為に、様々な手法や技術を駆使して工事を完成させます。その工事において何が課題となるのか？

本工事では重点課題を洗い出し、「工程の短縮」の課題解決に取組み、工期短縮を図る事ができました。

工程を短縮させる手法として、日当り施工量の増加を図るために、作業人員や施工機械を増大する方法がありますが昨今は建設業界で働く従事者の減少も大きく影響し、対応は難しい現状にあり工事の集中する繁忙期においてはその調達には困難を極めます。

今回の対策のひとつひとつは決して、大した事ではないかもしれませんが、設計条件や現場条件に配慮し無理がない適正な手法選定をし、合理的に工事が進められたのではないかと考えています。

本文では触れていませんが休日の確保についても「4週8休以上」を達成し、休日日数を削る事なく、工事を終えることができました。この結果も適正な現場運営と工程管理ができたからだと思えます。

工事が完成した時点での見栄えは、誰が担当しても大きな違いはありませんが、完成までのプロセスは様々だと思えます。どのプロセスを通して工事の完成を迎えるか、選んだプロセスは間違えていなかったか？今回の現場は早い段階から対策をし、比較的良好なプロセスを選定し、完成できたのではないかと考えます。

最後に、無事故無災害で完成することができ、協力して頂いた発注者、関係機関、協力業者の皆様へ感謝申し上げますと共に工事成績を評価して頂き、静岡河川事務所長表彰(優良工事施工者、優良工事施工者(技術者))を頂いた事に対しても重ねて御礼申し上げます。
本工事での経験を踏まえ、今後の現場運営に活かしていきたいと思えます。ありがとうございました。