

農村災害第5660-906号 伊尾木地区農村災害対策整備竜王池改修工事



四国開発株式会社

1. 工事概要

工事名称

農村災害第5660-906号
伊尾木地区農村災害対策整備竜王池改修工事

発注者

高知県安芸農業振興センター

工期

平成29年11月6日～令和2年3月25日

工事金額

¥367,947,360-

工事内容

ため池堤体改修工事 1式 (竜王池)

堤高: $H=14.9\text{m}$

堤長: $L=46.62\text{m}$

洪水吐(越流堰式): $B=7.2\text{m}$ $L=57.0\text{m}$

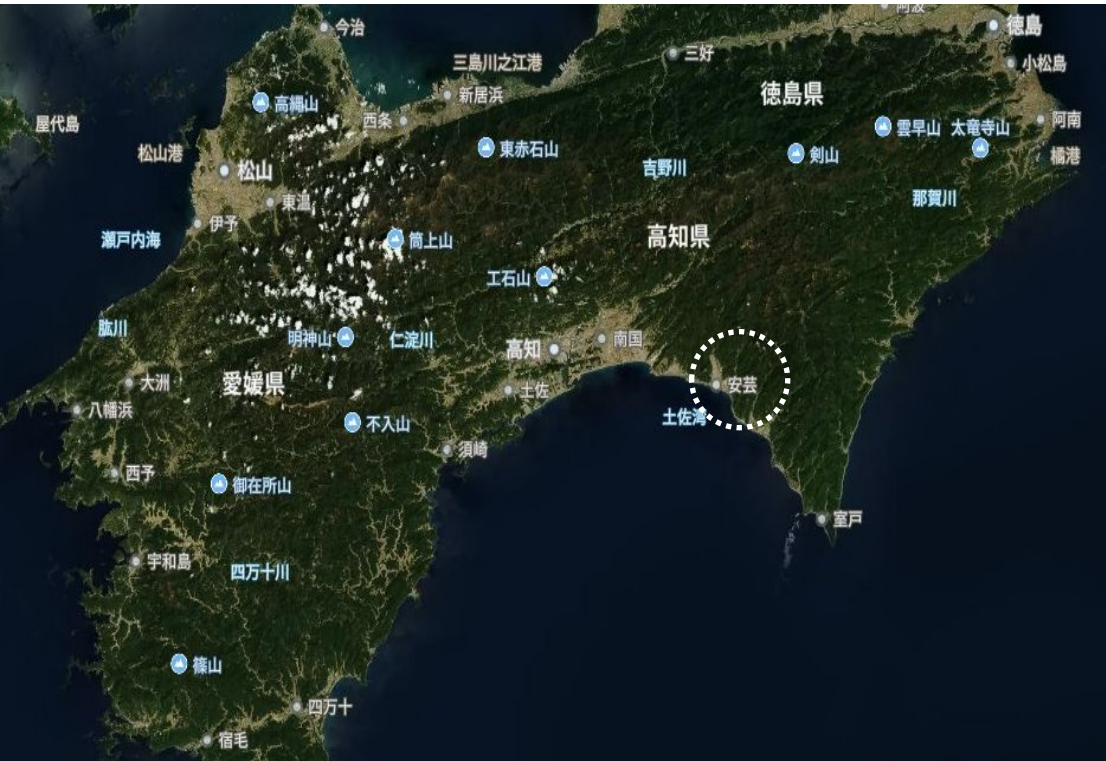
底樋: $\Phi 800$ $L=72.4\text{m}$ (推進工 $L=46.17\text{m}$)

工事用道路 1.0式

仮設用水路 1.0式



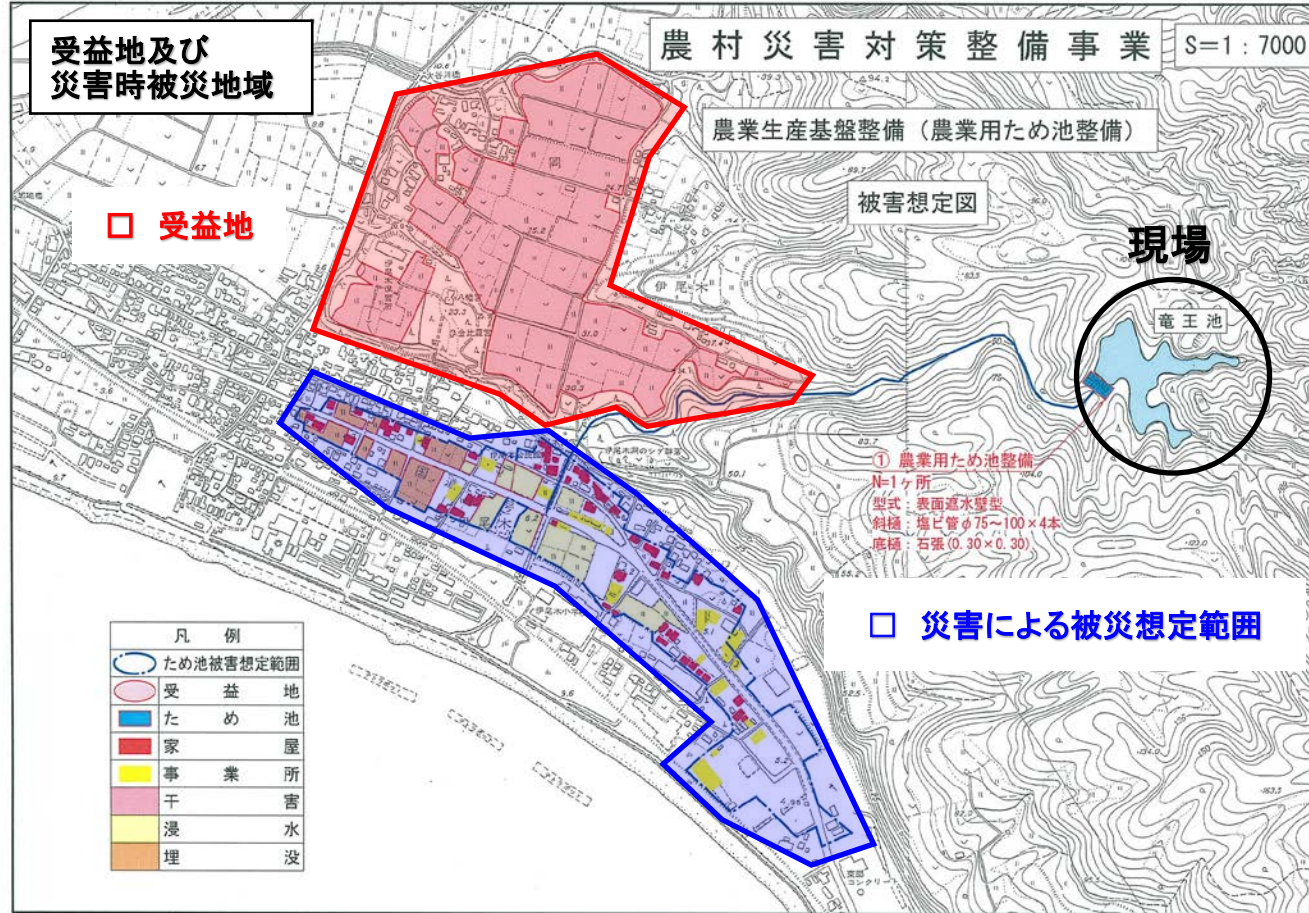
2.施工特性



必要性(工事の目的)

当該工事は、高知県安芸市伊尾木に位置する竜王池の改修工事である。竜王池は高知県東山森林公園内にあり、貯水量は60,000m³を超え、安芸市岡地区、伊尾木地区12.1haを灌漑する大規模な農業用ため池である。しかし、築造から100年を超え、老朽化が著しく漏水が見られることや堤体の余裕高さの不足、洪水吐放水路においては断面の不足、取水施設についても本来の機能は損なわれている状態である。こうしたことから近年起こりうる南海トラフ地震や台風、豪雨により堤体が決壊した場合には甚大な被害を受けることが懸念されており、緊急性もある工事となっている。

2. 施工特性



災害による被災想定を見れば、被害は受益地だけでなく、家屋や小学校、公共施設及び国道にまでが被害は及ぶ。こうしたことから地元住民にとって早期に着手してほしい、待ちに待った工事となっていた。

竜王池の現状



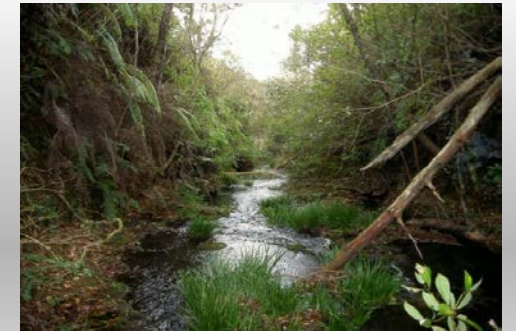
散策道より竜王池を望む。日照時間は短い。



ため池の堤体。幅員は2m程度であり老朽化している。



取水設備。4本の取水管があるが、2本のみ稼働している。



洪水吐。山間にある自然洪水吐である。所々岩盤が露出しており断面不足の形状。



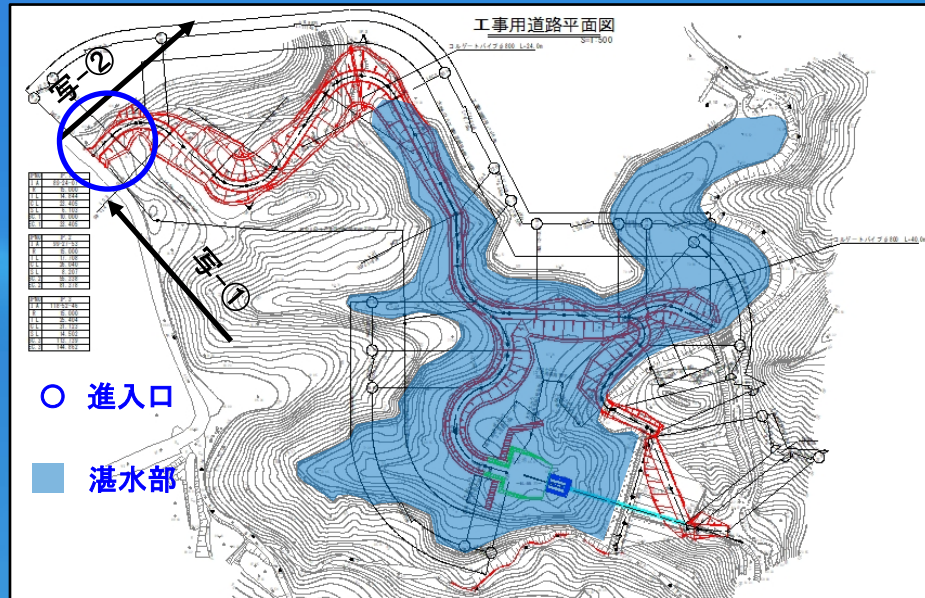
堤体下流部。漏水が見られる。



旧底樋。現在使用不可であり漏水も見られる。

3.当該工事での課題

課題① 工事用道路の設置において、設置場所及び施工方法が困難であり、さらに長期間の維持管理や撤去方法等が課題であった。



- ・進入路及び進入口が狭く、見通しも悪いため、事故の危険性がある。
- ・盛土による15%(33度)勾配は、施工及び維持管理も困難である。
- ・撤去時も困難であり、危険性も伴う。
- ・悪条件のうえ、盛土量が15,000m³と多く、工程の圧迫が懸念された。
- ・池の湛水部に差し掛かると更に悪条件となる(水位を少し下げても盛土の繰り返し作業となる)ため、非常に効率が悪い。

写-①



進入路が狭い(3m程度)

写-②



険しい上に15%(33度)の下り勾配で坂道を付ける計画。

こうしたことから、工事を完成させるために重要な工事用道路計画を根本から見直す必要があった。

工事用道路は施工が完了するまで長期的に使用するものであり、非常に重要なものとなる。また、工程に及ぼす影響や工費、施工性も含め総合的に設計・計画しなければならない。

3.当該工事での課題

課題①に対する対策

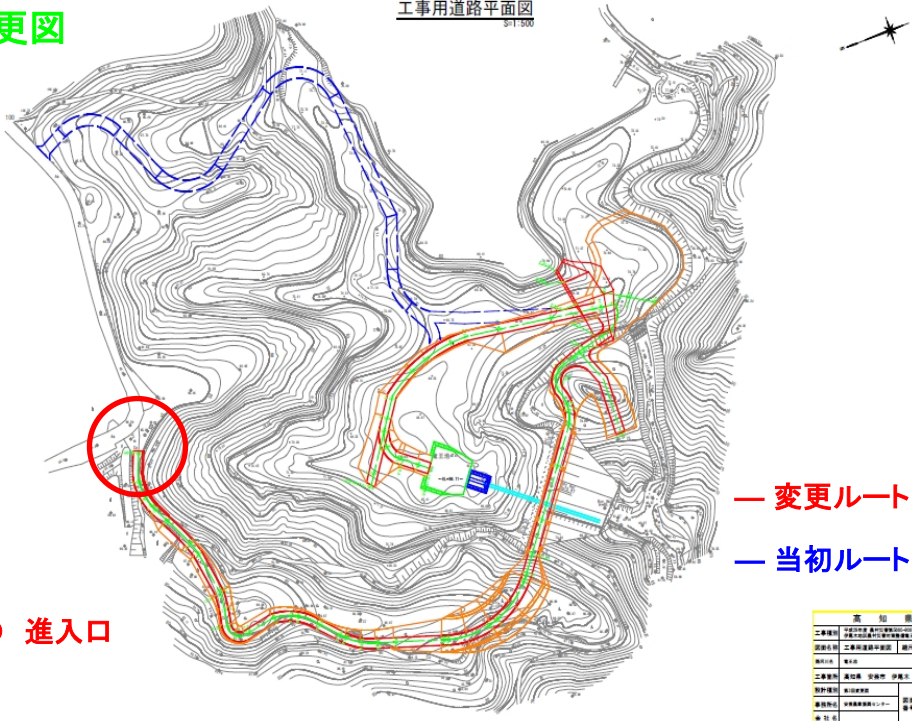
工事中道路の変更ルートを立案



現場周辺を踏査し、別のルートが可能か調査した。付近に竜王池の管理道として使われている管理用道路があり、これを工事中道路としても使用できるように設計・変更計画を立案した。

変更図

工事中道路平面図



変更ルートによる効果

- (1)切土のみで堤体まで到達ができ、**早期に本体工事へ着手できた。**
工事中道路着手から池の水抜きまでの工事日数
当初 90日 **変更 40日 = 50日の短縮**
- (2)工事中道路の工費を削減した。
当初 ¥39,000,000 **変更 ¥27,000,000 = ¥12,000,000の削減**
- (3)工事(管理)用道路の整備により、撤去を必要とせず**管理道として利用ができ、相乗効果**となった。
- (4)日照時間が短く薄暗い公園内が**明るくなり、地元住民から非常に好評**であった。
- (5)池の管理は**地元住民(高齢者)が徒歩で往来**していたが、車で通行できるようになり**地元住民の負担を軽減**した。
- (6)**防火用水利用のための緊急車両の出入りが可能**となる等、**防災にも役立つ管理道路**となった。

3.当該工事での課題

課題①に対する効果

防災にも役立つ管理道に仕上げました 

着手前 工事(管理)用道路入口



完成 工事(管理)用道路入口



完成 工事(管理)用道路全景



明るく安全に通行できる管理道になりました

3.当該工事での課題

課題② 堤体盛土の品質等を確保するための排水対策が課題であった。



写-①降雨による池の湛水状況



- ・大雨(10～20mm/h)が数時間降り続けると湛水し、池が満水状態になり、施工が再開できるまで10日ほどかかる。
- ・大雨になるとポンプ排水では対応ができない。
- ・盛土箇所は水が溜まりやすい場所で遮水シートを重ねながら粘性のある材料を使用し盛土するため、乾いた状態で施工しなければ品質に悪影響がでる。
- ・乾いた状態で施工しなければ安定した工程や出来形確保等が困難となる。

- ・竜王池には水が流入する谷が2箇所ある。特に谷②からは流水が途切れず常時水が流入しているが、大雨時には数時間で満水状態となるほどの水量があり、排水ポンプでは対応できず、その流水量は降雨後2日～3日ほど持続する。ポンプ排水はその後行いが、施工できる状態にするまでには10日程度かかる。



水抜き後でも大雨が降ると数時間でこの状態に……

3.当該工事での課題

課題②に対する対策

雨水対策土堤の設置



谷②からの流水と降雨時の水は、洪水吐越流部より高くした雨水対策土堤により洪水吐を流下させ、谷①からの流水は排水ポンプによって盛土施工部に流れないように計画し対策を行った。



雨水対策土堤による効果

- (1)池内部(堤体上流側)の堤体盛土は雨水対策土堤を施工することにより、工程ロスを大幅に軽減できた。
施工中の降水量10~20mm以上の降雨回数 = 5回
1日あたりの作業再開までのロス = 10日
以上から、50日の作業ロスを軽減し、さらに工事用道路(盛土部)の撤去等他工事も支障なくできた。
- (2)安定した堤体盛土作業が行え、出来形、出来栄え及び品質が十分満足するものができた。
出来形は、全て規格値の50%を達成。
出来栄えは、工事成績評定で満点(8.5/8.5)。
- (3)品質管理は、ICT施工により転圧管理を行い、RI計器で密度管理を行ったが盛土全層で不合格箇所はなく、再転圧等の手直しもなかった。
- (4)結果として、雨水対策土堤を施工してなければ工期内での完成はできなかった。

3.当該工事での課題

課題②に対する効果

工程ロスを大幅に軽減し、高品質な盛土施工ができた

雨水対策土堤 完成



降雨後の状況



盛土施工部に流れず、洪水吐越流部を流下！

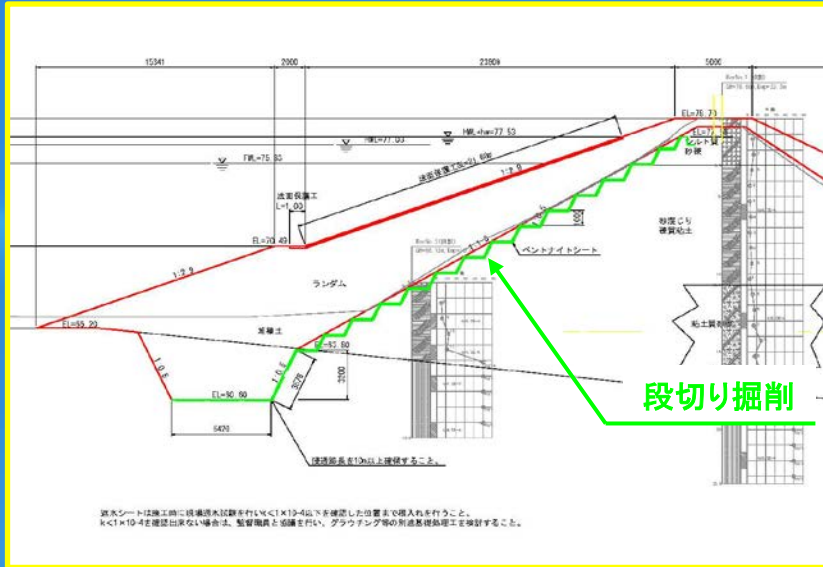
池内部(上流側)の盛土施工状況



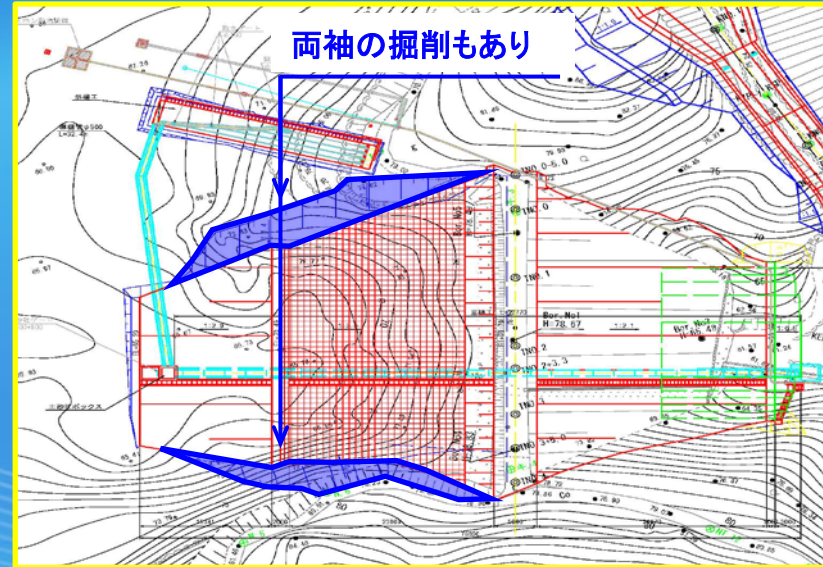
3.当該工事での課題

課題③ 堤体掘削の複雑な形状把握と煩雑になる施工による作業ロスや出来形不足が課題であった。

堤体標準断面図



平面図



・掘削は段数の多い段切りと両袖からの掘削となり、底樋管の施工によって段切りの高さは各段で揃うが、段切りの法線が一部真っ直ぐにならないことは図面から把握できた。しかし、重機オペレータや作業員が把握できないことには意味がない・・・さらに、自分たち職員も・・・これやりだしたら測量、丁張で張り付きっぱなしになる・・・2人しかおらんのに・・・自分らが作業しゆう間、機械作業ができんし、そんなこと毎日やってて工期間に合うか？・・・掘削チェックの余裕もないな・・・どうする？

ICT技術の活用を検討

3.当該工事での課題

課題③に対する対策

ICT技術の活用



堤体掘削の複雑な形状を事前に「見える化」によって、全ての作業者が把握するとともにロスの無いスムーズな作業環境を作り出し、工程短縮や出来形の精度向上を図るためICT技術を活用する。

現在、建設現場では「i-Construction(アイ・コンストラクション)」と呼ばれる、新しい取り組みが行われています。アイ・コンストラクションとは、ICT(情報通信技術)の全面的な活用を建設現場に導入することにより建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組みである。ICT技術の活用はすでに県内でもいくつもの現場でされており、ポピュラーなものとなってきた。ここでは、当現場におけるICT技術活用の特徴をあげたいと思います。

当現場のICT技術活用の特徴

- ・県内におけるため池工事でのICT技術活用は初めてであった。
- ・これまではICT機能を搭載したバックホウは大型(0.45m³以上)しか無かったが、狭小な作業場所に対応させるためリリースされて間もない小型(0.28m³)バックホウを採用した。
- ・現場条件に合わせた機械の提案や設計、歩掛りにおける機械の組合せ等についても発注者と協議し、設計に反映させ施工を行った。

3.当該工事での課題

課題③に対する効果(ICT技術の活用)及び当現場の特徴

県内ため池工事での初事例

現場に合わせた機械の選定



多くのため池工事の設計は大型機械によるものが多いが、そのほとんどが現場条件と一致しているとは言えず、大型の機械が使えないことも多い。

- ・そもそも道が狭く大型機械の搬入ができない。
- ・大型ダンプでの通行ができない。
- ・仮に搬入や通行ができて逆にも作業効率が悪くなる等。



また、堤体盛土における機械の組合せとして通常の積算基準ではブルドーザ+タイヤローラとなっているが変更協議によりバックホウ(0.28m³)+振動ローラ(4t)と現場に合った組み合わせに。

現場に合わせた小型機械を採用するとともに設計も変更！



堤体盛土は作業ヤードが狭い

3.当該工事での課題

課題③に対する効果

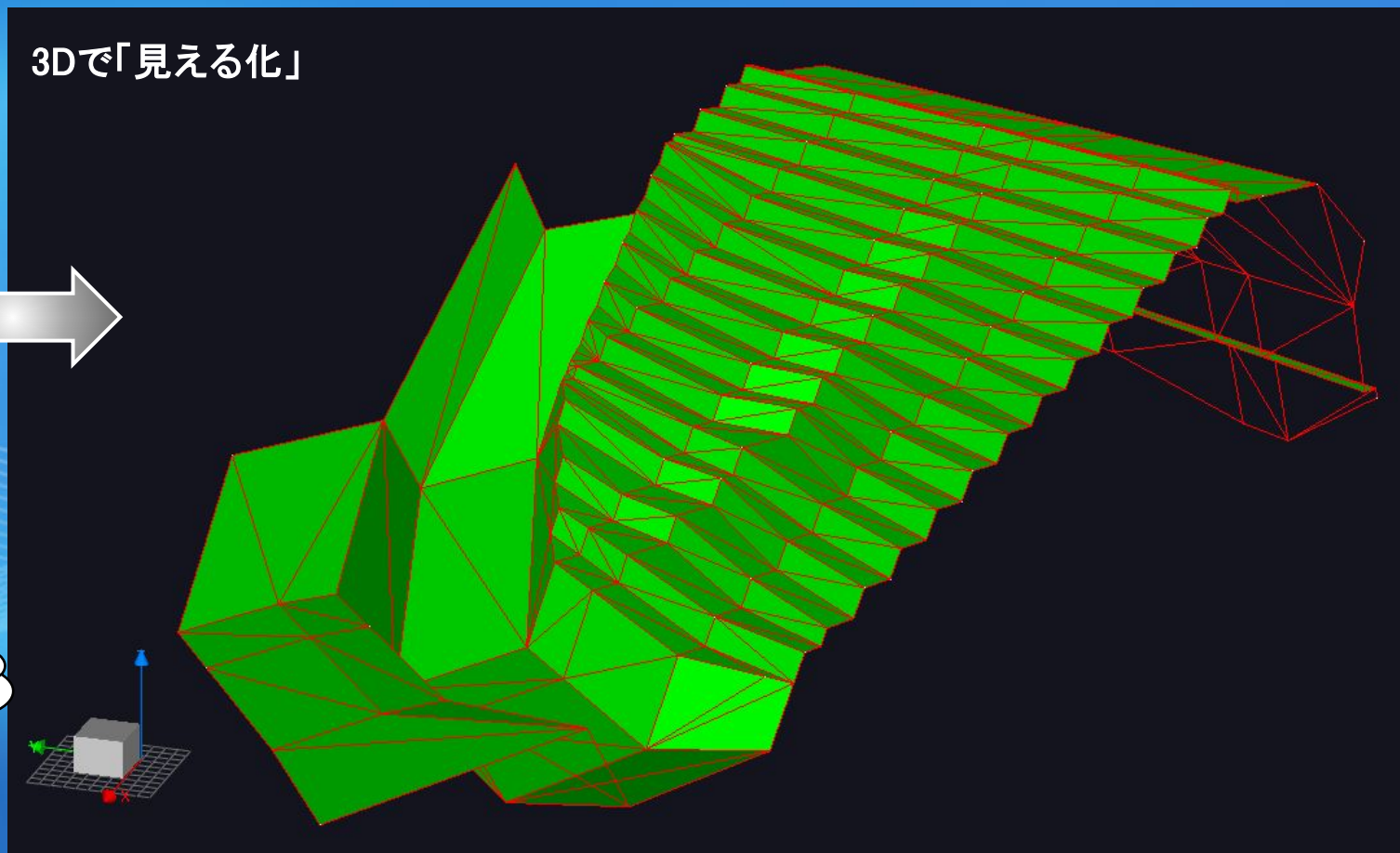
・3次元データによる複雑な掘削形状の「見える化」により、現場全体での共通認識や理解ができた。

3次元データ画像処理後(堤体上流側)



堤体上流側の掘削形状

3Dで「見える化」



資料と簡単な説明で全員が理解！！



また、現場では重機のモニターに映る画像とマシンコントロール(機械制御)での施工なのでオペレーターも安心して作業できます。

3.当該工事での課題

課題③に対する効果

・測量、丁張作業による作業ロスを大幅に削減し、機械作業をスムーズに行うことで工程短縮(約30日)が図れた。

堤体の段切り掘削状況



測量、丁張作業ロスなしで機械作業ができた！！

段切り掘削作業フロー

従来作業

測量・丁張作業
2~3時間



掘削・残土運搬
出来形チェック2時間



次の段切りへ

ICT技術の活用

掘削・残土運搬
1時間



次の段切りへ

各段まっすぐではないので
丁張作業に時間がかかる。
掘削はあまり時間がかから
ないが・・・
(1段あたり1時間程度)

従来なら1段の段切り掘削を仕上げるの
に半日程度かかるが、ICT技術を活用
することによって、1時間程度で完了し、
すぐに次の工程に移ることができた。

実際の工程は3段分の段切り掘削を半
日程度で行い、午後からは盛土作業を
行うことができた。

3.当該工事での課題

課題③に対する効果

・マシンコントロール(設計ラインで機械が自動制御する)により、高い精度で施工ができた(出来形規格値の50%達成等)。

・バックホウの爪先(爪先の座標、標高をモニターで確認できるようにして)で巻き出し管理を行い高い品質が確保できた。

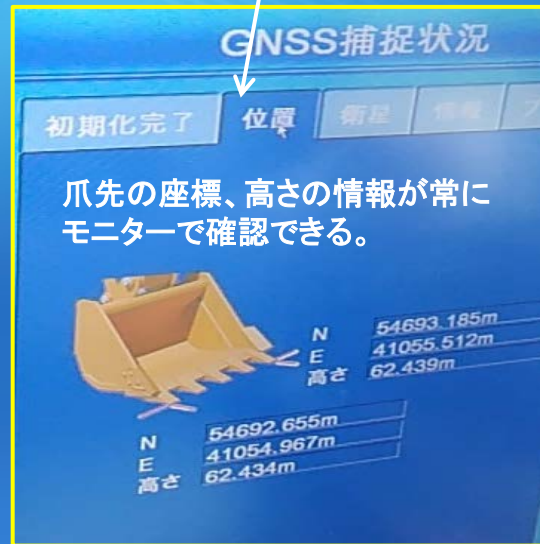
段切り掘削施工状況



堤体盛土(敷均し)施工状況



モニターには現在施工中の目標高さ、あとどのくらい上か下か表示され、オペレータが分かりやすい。



3.当該工事での課題

課題③に対する効果

・品質についてもICT転圧管理システムを使用し、所定の転圧回数をモニターで確認するのみなので非常に分かりやすく、高品質が確保できた。

試験盛土



RIで締固め度(95%以上)の確認



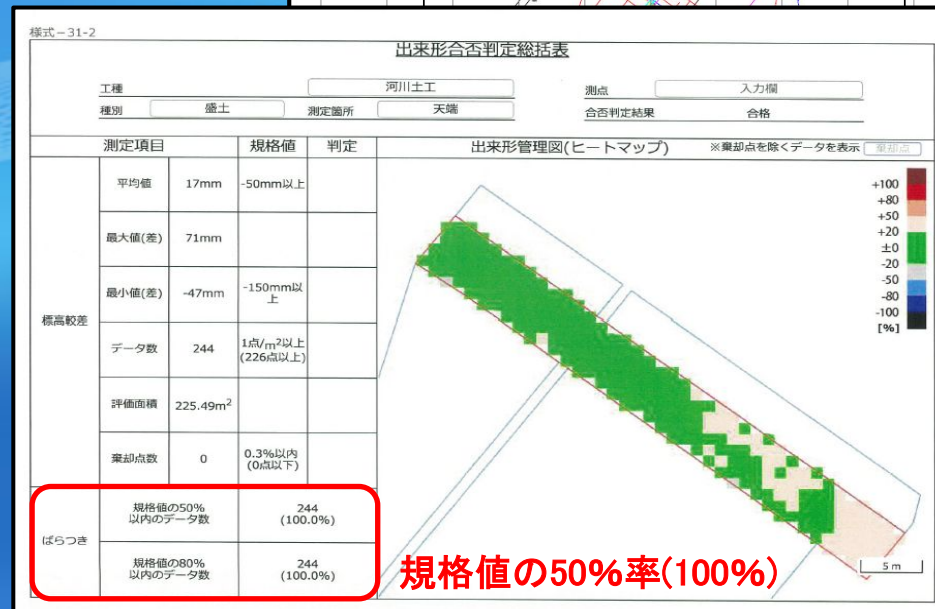
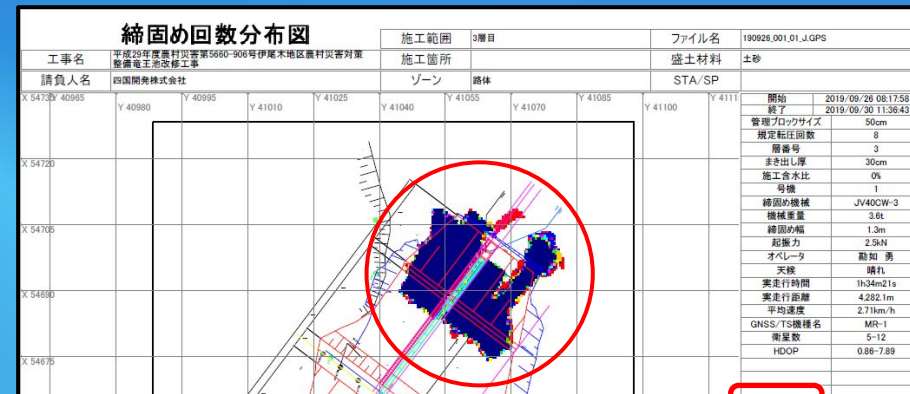
8回転圧で決定しました。

堤体盛土(転圧)施工状況



色を確認するだけ！
下から1回、一番上が8回となっています。

出来形成果品



規格値の50%率(100%)

3.当該工事での課題

課題④ 伊尾木洞に訪れる観光客への対応

・伊尾木洞は近年、安芸市の主要観光スポットであり、日祭日に限らず県内外から観光客が訪れる。竜王池は伊尾木洞を超えた先の散策コース途中にあるため、地元地権者より通行止めはしないでほしいと要望があった。



さらに観光客に配慮するために以下の課題が発生

- ・観光客の把握と安全確保
通行止めをせずに観光客を安全に通行させるためには観光客の予定の把握が必要である。
- ・排水ポンプによる強制排水量の調整等
あまりに排水しすぎると伊尾木洞内の水位が上昇し、観光に影響がでる(降雨により確認)。
- ・濁水対策
観光客に不快な思いをさせないためには伊尾木洞内の濁水対策が必要である。

3.当該工事での課題

課題④に対する対策

観光客の把握と安全確保

安芸市観光協会より毎月の観光スケジュールの入手

安芸市観光協会

ヒガチ様 伊尾木洞カイド 5月、6月の予定で、ご確認お願いいたします。
※下記以外にカイド無しで来られる場合もございます。

月	日	申込者	申込先	カイド
5月5日(土)	伊尾木洞カイド	高橋 康隆	高橋 康隆	伊尾木洞
5月6日(日)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月7日(月)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月8日(火)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月9日(水)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月10日(木)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月11日(金)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月12日(土)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月13日(日)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月14日(月)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月15日(火)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月16日(水)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月17日(木)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月18日(金)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月19日(土)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月20日(日)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月21日(月)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月22日(火)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月23日(水)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月24日(木)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月25日(金)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月26日(土)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月27日(日)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月28日(月)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月29日(火)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月30日(水)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞
5月31日(木)	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞カイド	伊尾木洞

観光客を安全な場所まで誘導、誘導中は作業ストップ。



作業員全員に周知徹底



休暇中も迷わないよう工事看板を設置し安全に通行できるよう努めた。



3.当該工事での課題

課題④に対する対策

排水ポンプの排水量調整等

排水ポンプによる強制排水にあたり、以下の取り組みを行いました。

- ・ポンプによる強制排水後は、**定期的(週1回及び降雨時)に伊尾木洞の観測**を行った。
- ・多少の水位の上昇に備え、**伊尾木洞の通路整備**を行った。
- ・伊尾木公民館には浅い雨靴しか貸出されていなかったため**深めの雨靴(サイズ21cm～28cm)を贈呈**した。
- ・竜王池の下流部には堰があり、その堰で農業用水と伊尾木洞への流量を調整しているが、**堰板が老朽化していたため堰板を制作し贈呈**した。

伊尾木洞 定期点検



伊尾木公民館に雨靴の贈呈



雨靴貸出のお知らせ看板



区長さんに堰板の贈呈

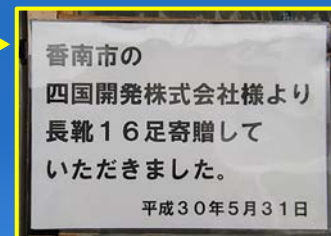


堰板により流量の調整をさせてもらった。

伊尾木洞 通路整備



後日、感謝状が掲示されてました。



3.当該工事での課題

課題④に対する対策

濁水対策

- ・竜王池の下流部堰に濁水対策工として**バイオログフィルター**を設置した。
- ・排水ポンプ設置用の**鉄かご**にも**ヤシマット**を取り付けた。
- ・定期点検(現場から濁水がでるごとに)を行い、異常の確認に努めた。

バイオログフィルターとは

南国生まれの天然ヤシ繊維100%

バイオログフィルターはリサイクル天然ヤシ繊維を円筒状に形成し、河質のネットで包んだ装置です。本来は河川の水際の植生基盤材として使用されていたもので、土粒子、水分を吸着し、雑生を促し、おおむね5~8年程度で分解してなくなります。その高い土粒子吸着効果を活用して、土木工事等により排出される濁水を濾過する装置として、現在では日本全国各基で多くの実績を有しています。



バイオログフィルター設置状況



濁りがとれている

ポンプかごにヤシマットを設置



排水ポンプ設置状況

定期点検



3.当該工事での課題

課題④に対する効果

こうした一連の取り組みの結果、工事期間中に観光キャンペーン(龍馬の休日～自然体験)や、あなごまつり等のイベントも開催されたが、伊尾木洞観光客及び関係者からの苦情はなく、無事に工事を終えることができました。

4.その他の取り組み(抜粋)

社会性等(地域への貢献)

- ・伊尾木小学校の生徒及び父兄を招いた現場見学会を行い、普段見ることのない水を抜いたため池をみてもらいました。



- ・官公庁の方々を対象にICT活用工事の現場見学会を2回行いました。



4.その他の取り組み(抜粋)

社会性等(地域への貢献)

- ・官公庁の方々を対象に底樋推進工における工法見学会(泥土圧式推進工法)を行いました。



安全衛生関係

- ・安全教育の工夫としてVRを使用して作業者に災害の疑似体験をしてもらいました。



4.その他の取り組み(抜粋)

安全衛生関係

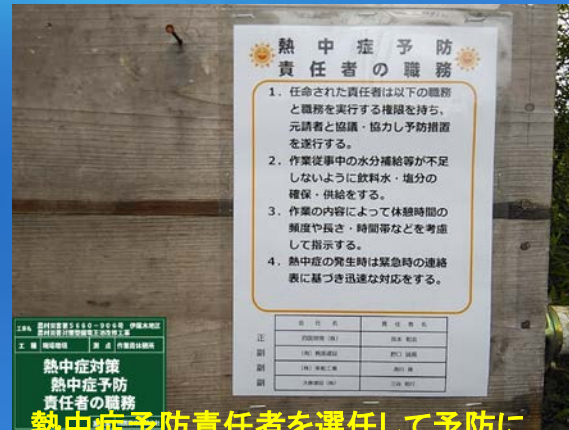
・弊社の女性社員による安全衛生組織(美アースサポートママ)の女性目線による現場の安全衛生パトロールを定期的に行いました(ホームページにも掲載されてます)。



・熱中症対策も積極的に行いました。



休憩所にはクーラー、冷蔵庫を完備し、いつでも水分補給ができるようにしました。



熱中症予防責任者を選任して予防に努めました。

4.その他の取り組み(抜粋)

その他

- ・希少動植物の調査を行い希少植物の「ショウブ」の移植をしました。



- ・伊尾木洞からの観光客にトイレを開放し使ってもらいました。



長い工期にもかかわらず無事故・無災害で完成することができました。これも日頃からお世話になっている発注者の方々の指導や協力していただいた関係機関、最後まで協力していただいた地元の方々、そして現場に関わったスタッフの努力のおかげです。

ご清聴 ありがとうございます！！