

第37回(一社)静岡県建設業協会 建設もの創り大賞 土木部門

平成30年度 1号新天竜川橋下部補強工事



目次

1. 工事概要
2. 現場条件、問題点
3. 問題点に対する対応策
4. ICT技術の活用事例
5. 安全対策の工夫
6. おわりに

1. 工事概要

工事名 : 平成30年度 1号新天竜川橋下部補強工事
 工事箇所 : 磐田市小立野～浜松市東区中野町地内
 工期 : 平成30年10月13日 ~ 令和元年6月28日
 発注者 : 国土交通省 中部地方整備局 浜松河川国道事務所
 受注者 : 中村建設株式会社

工事金額 : 264,600,000円 (税込み)

- | | |
|-----------------|--------|
| ・道路土工 | 1 式 |
| ・鋼板巻立て工(P8, P9) | 2 基 |
| ・鋼管矢板基礎工(P7) | 1 式 |
| ・根固め工 | 507 個 |
| ・仮設工 | |
| -工事用道路工(ICT) | 1 式 |
| -締切盛土(ICT) | 1 式 |
| -大型土のう設置・撤去 | 2675 袋 |
| ・水替工 | 1 式 |

現場写真 :

【遠景】



写真-1 上流から下流を望む



写真-2 下流から上流を望む

現場位置図



図-1 現場位置図

【近景】

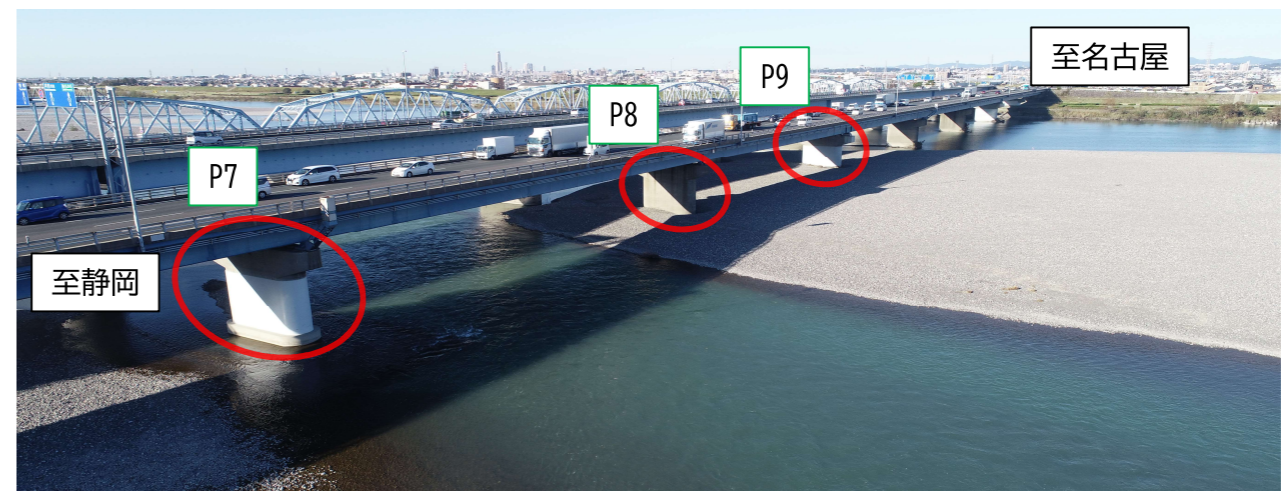


写真-3 静岡側から名古屋方面を望む

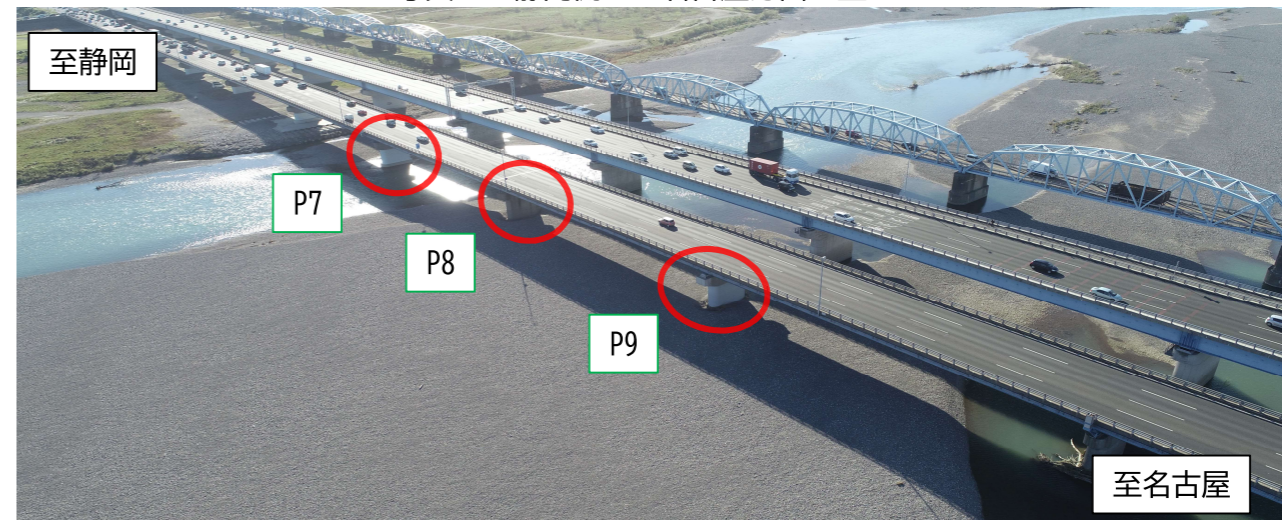


写真-4 名古屋側から静岡方面を望む

2. 現場条件、問題点

本工事の施工箇所は1級河川・天竜川の河川中央部に位置しており、下記の問題点があった。

①河川内工事のため、渇水期中（10月～翌5月）での施工完了

今回、対象の橋脚が前項の着手前写真を見てわかる通り、天竜川の河川中央部に位置していることから、河川内工事となる。河川内での作業には制限があり、10月～翌5月の渇水期中での作業が決められている。そのため、工期での完成が絶対条件であった。異常気象時や上流のダム放流により河川が増水し、退避水位に達したときには現場内の資機材を高水敷へ避難させなければならない。増水後は水位が下がるまで作業を再開することができないため、工程管理が重要な現場である。

また、工期が10月13日からであり、すでに渇水期に入っていたため、すぐにでも施工に着手したい状況であった。しかし、作業するにあたり特殊車両（0.7m³、1.2m³バックホウや20t級ブルドーザ）の申請が必要であり、申請が下りるまでに約2カ月弱かかることが予想された。その他にも、関係機関との調整も行わなくてはならず、最短でも12月中旬ごろからの着手予定となり、施工日数の短縮が余儀なくされた。

②仮設工に使用する土の採取場所が確定していない

鋼板巻立ての作業前に瀬替えを行わなければならないが、締切盛土（大型土のう+背面盛土）と工事用道路に使用する土の採取場所が確定しておらず、施工に必要な土量がある場所を決めて採取土量を算出しなければならない。（必要土量 約18,730m³）

また、採取場所の選定についてもできる限り施工箇所に近い箇所で運搬距離を短くし、施工効率を考慮する必要があった。

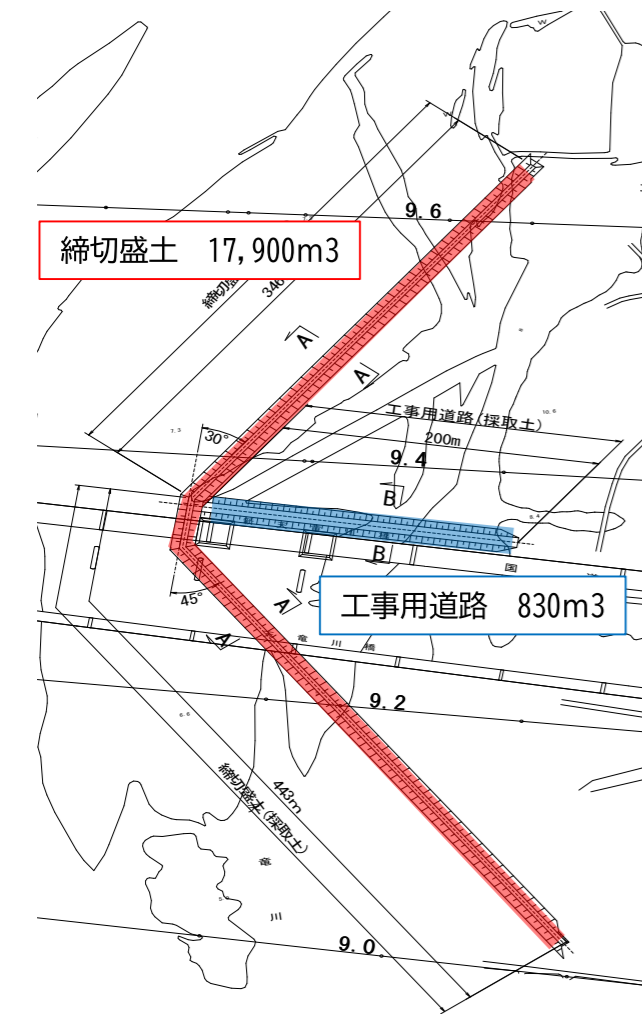


図-2 仮設工平面図

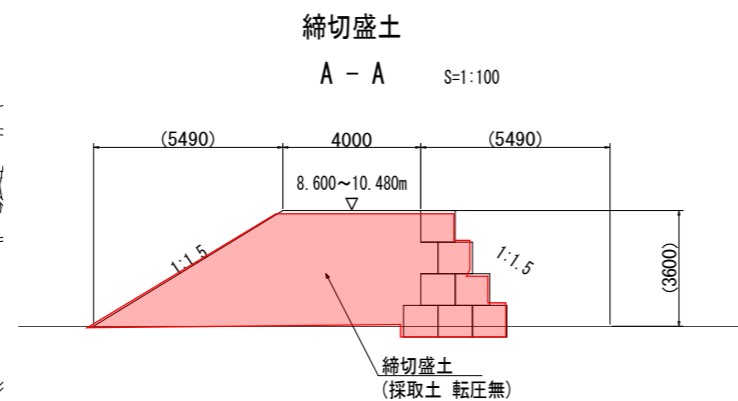


図-3 締切盛土 断面図

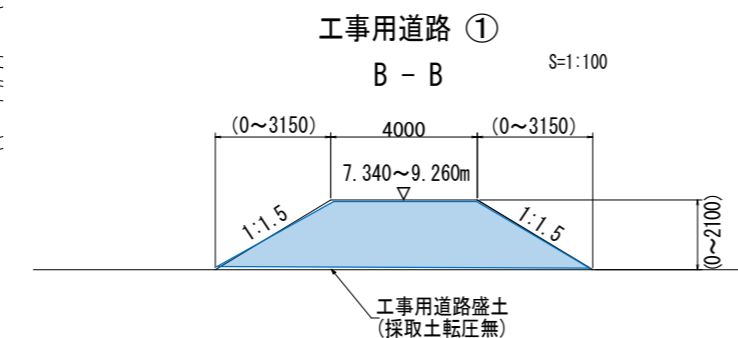


図-4 工事用道路 断面図

③仮設工を行う箇所の現況データが2年前

仮設工の締切盛土と工事用道路を施工する箇所の現況データが2年前に測量したデータであることから、現在の現況地盤が変化していると推測した。現況地盤が図面と違っていた場合、大型土のうの設置段数や工事用道路の高さが変わり、土量の再計算が必要となってくる。測量については、河川内の測量もあるため測量方法についても検討が必要であった。

④仮締切の延長が約1kmあり、施工日数がかかるため、補強工事の乗り込みが遅れる。

仮締切（大型土のう+背面盛土）の延長が約1kmあり、施工日数がかかることが予想された。仮設工事が完成しなければ、補強工事に着手することができないため、仮設工における施工日数の短縮が今回工事の一番の課題であった。

また、河川内工事のため事故のリスクの高い現場であることから、安全対策も念入りに検討する必要があった。

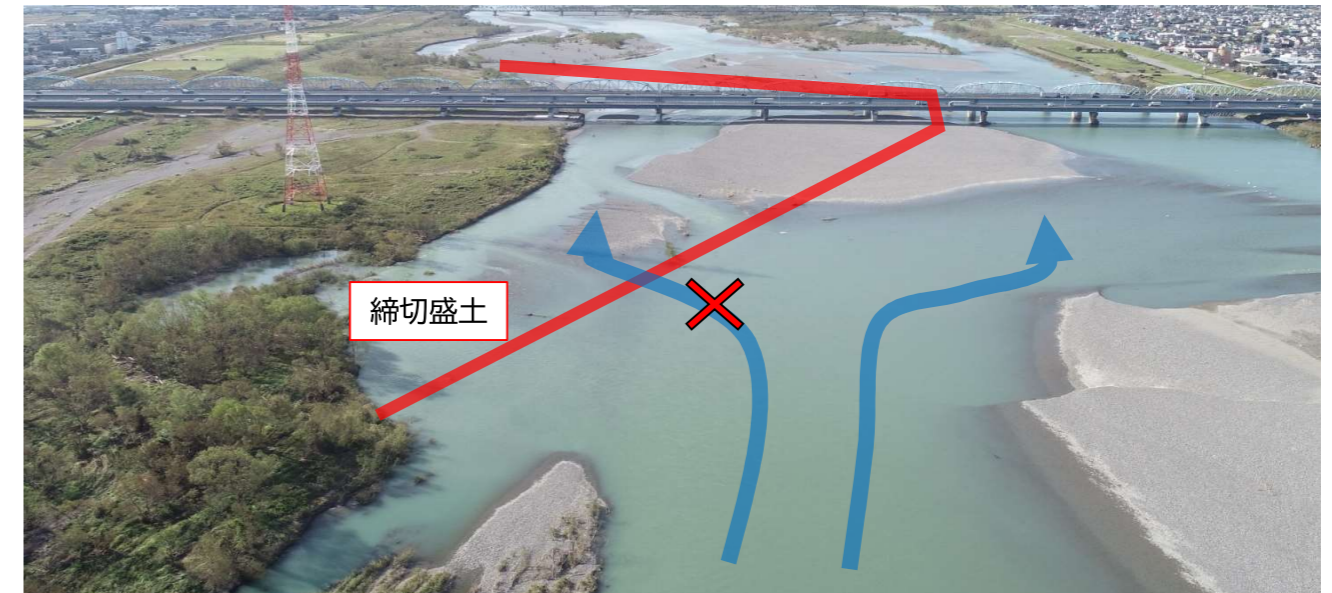


写真-5 仮締切箇所（上流から下流を望む）

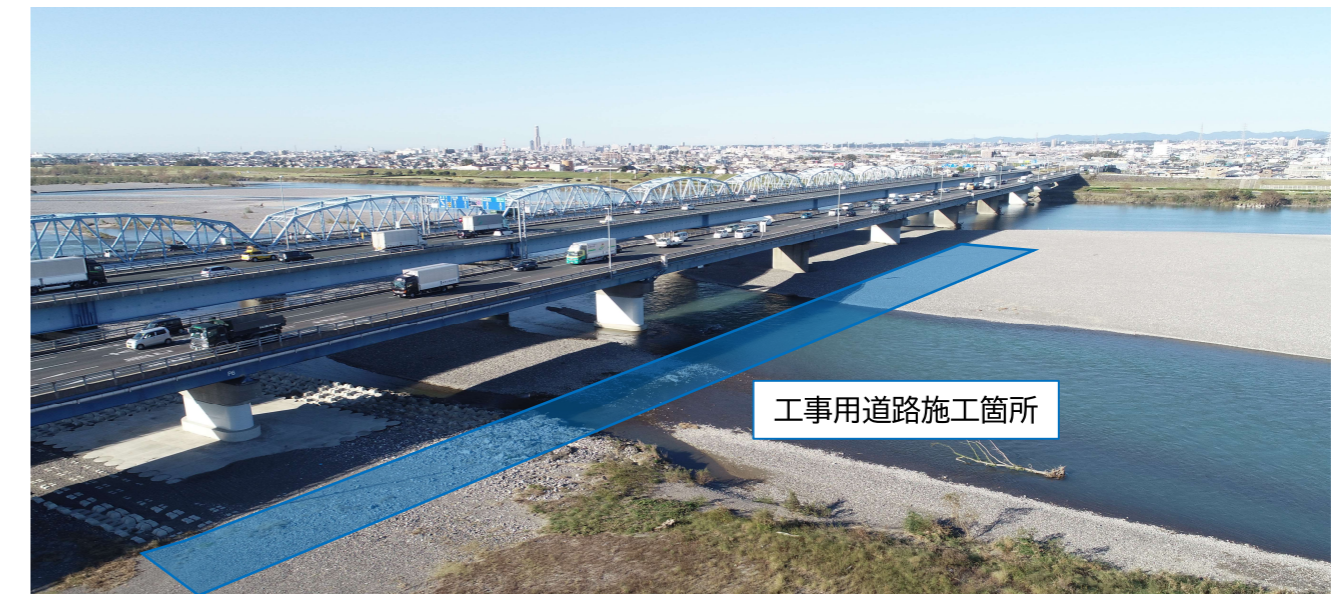


写真-6 工事用道路施工箇所（上流から下流を望む）

3. 問題点に対する対応策

- ①河川内工事のため、湯水期中（10月～翌5月）での施工完了
- ③仮設工を行う箇所の現況データが2年前
- ④仮締切の延長が約1kmあり、施工日数がかかるため、補強工事の乗り込みが遅れる。

上記の3点の問題点に対し、下記の対応策を講じた。

1) ICT土工の活用

仮設工の施工日数を短縮するために、ICT土工を活用した。施工プロセスは以下の通りである。

- ・3次元起工測量・・・地上部：地上レーザースキャナー、水中部：トータルステーション
- ・3次元設計データ作成
- ・施工・・・MCバックホウ(法面)、MCブルドーザ(天端)
- ・3次元出来形管理（ヒートマップ）
- ・検査、納品

起工測量については、上空に架空線や国道1号線が近接していた関係で地上レーザースキャナーを使用した。河川部については、通常であればナロマルチビームも用いた水深測量となるが、測量箇所の水深が浅く、流速が早かったため従来のトータルステーションでの補完測量とした。

測量データを点群化した後に、3次元設計データと重ね合わせ土量を算出した。測量データが2年前のデータと比べ現況地盤が高い結果となったため、締切盛土、工事用道路ともに土量が減となった。

工事用道路 9,200m³ → 830m³
 土留・仮締切工 27,000m³ → 17,900m³ (大型土のう含む)

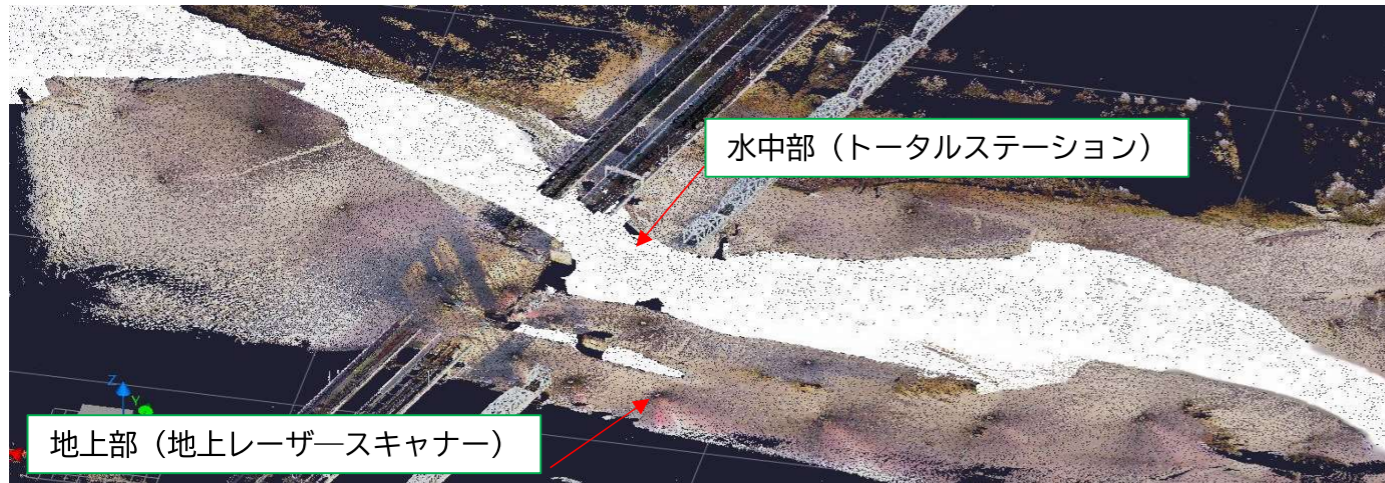


図-5 点群データ

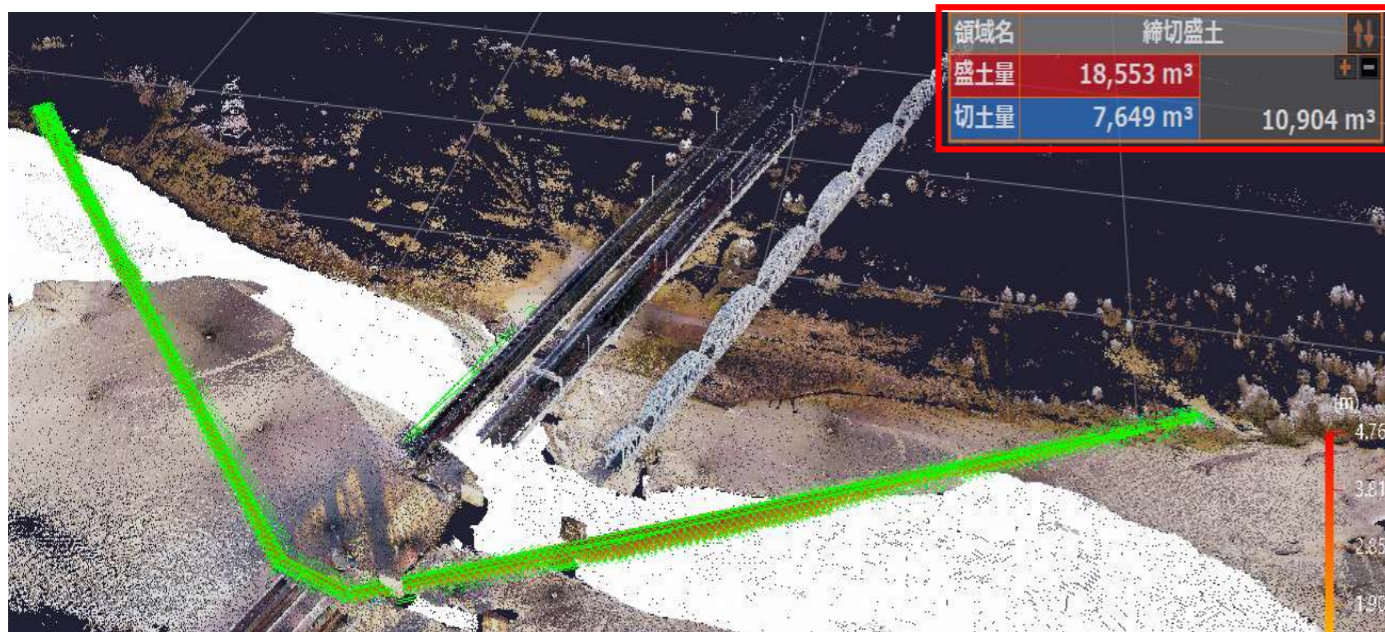


図-6 土量算出 (締切盛土)

施工については、MCバックホウとMCブルドーザを使用した。MCバックホウは整正、盛土、法面整形に使用し、ブルドーザは大型土のう設置箇所の整正、天端の整正を行った。



写真-7 MCバックホウ施工状況

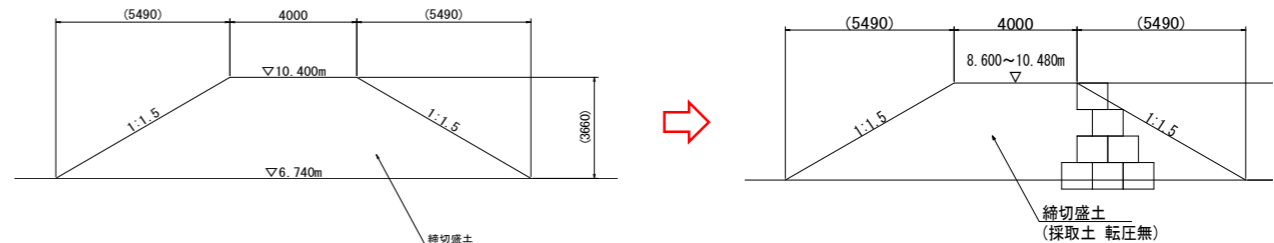
写真-8 MCブルドーザ施工状況

施工完了後、起工測量と同様、地上レーザースキャナーを使用して行い、ヒートマップにて出来形管理した。

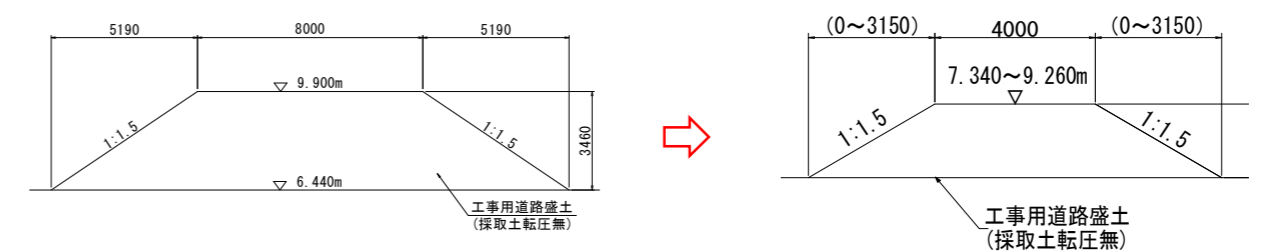
2) 盛土高さ、工事用道路幅の変更

現況測量の結果、地盤高が高い結果となったため、締切盛土と工事用道路の盛土量の変更を行った。また、工事用道路については天端幅員が当初設計で8mあり、使用機械や搬入資材の車両が通行できる最少幅員とした。

締切盛土 高さ 10.400m → 8.600m~10.480m 幅 4.0m → 4.0m



工事用道路 高さ 9.900m → 7.340m~9.260m 幅 8.0m → 4.0m



3. 問題点に対する対応策

②仮設工に使用する採取場所が確定していない

上記の問題点に対しては、下記の対応策を講じた。

1)採取場所を地上レーザースキャナーにて測量、土量算出

はじめに施工箇所から近い採取場所を2箇所仮決定した。その2箇所の採取箇所の土量を知る必要があった。従来の光波とレベルの測量では面積が広く、日数を要するため、ICT土工にて使用した地上レーザースキャナーを使用して、現況データを取得した。取得したデータと掘削可能高さにて作成した3次元設計データを重ね合わせ採取可能土量を算出した。



図-7 採取場所位置図

2)土運搬にアーキュリーダンプを使用

採取場所の採取可能土量が仮設工に必要な土量より多いことが判明したため、採取場所は上図の2箇所決定した。しかし、採取場所から施工箇所への運搬経路について1点問題点が浮上した。それは、河川内であるため大きな玉石が多くあり、通常の10tダンプでは通行が困難であった。

対応策は下記の2案であった。

【1案】運搬経路へ敷鉄板を敷設する

【2案】運搬車両を10tダンプからアーキュリーダンプ(30t)へ変更する

1案については、敷鉄板の確保ができればすぐに着手できるメリットがあるが、河川内のため水位上昇時にはすべて高水敷へ移動しなければならないため現実的ではなかった。

2案については、アーキュリーダンプであれば地盤の悪い箇所でも通行が可能で積載量も10tダンプの2.8倍のため、施工効率の向上が期待できる。また、水位上昇時の退避についても容易である。デメリットとしては、特殊車両となり台数に限りがあるため手配できるかが課題であったが、協力業者の調整により、工程に影響のない期間までに搬入が可能となり、第2案を採用して運搬作業を行った。



写真-9 アーキュリーダンプ運搬状況

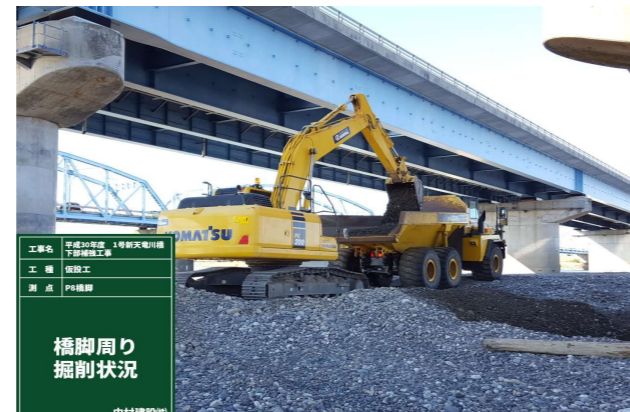


写真-10 積込状況

①～④の問題点において、各対応策を行ったことで当初工期通りに無事完成することができた。特にICT土工を活用したことで、測量と土量算出における施工日数の短縮が大幅にできた。測量後の施工についても、丁張の不要や手元作業員の不要により施工効率の向上ができたのに加え河川内という危険リスクの高い作業においても、安全性の向上にもつながった。

また、計画の段階で工事用道路や締切盛土に過剰設計がないか照査した結果、施工土量の削減もできたことが大きかったと考える。設計図面通りにただ施工するのではなく、設計照査をいかに慎重に行うことが重要であるが、今回工事で再度認識することができた。

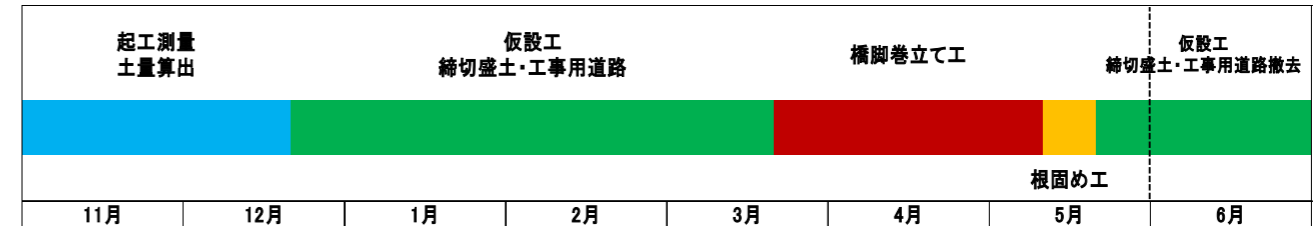


図-8 当初工程

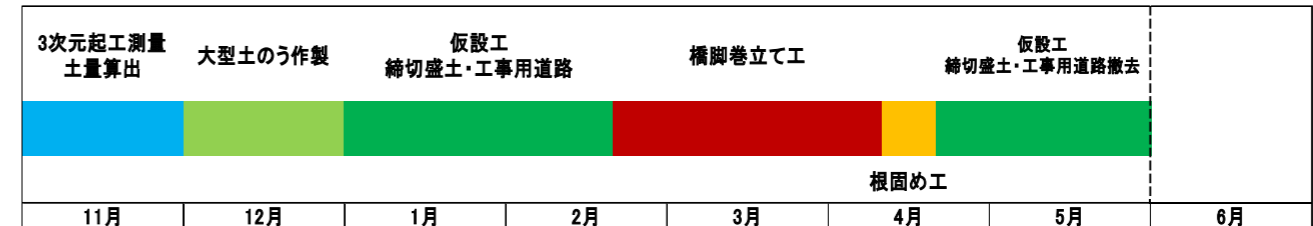


図-9 変更工程

仮設工終了後の橋脚巻き立て工については、施工ステップごとに施工業者が異なるため、作業内容が変わる際の業者間の空かないように、関係業者との連絡を密にし、週間工程表を毎週メールにて送付し工程に遅れがないように管理した。また、天候に左右される現場であったため予備日を確保しながらの工程管理が非常に苦労した点であった。



写真-11 施工状況写真

4. ICT技術の活用事例

本工事のICT土工にて取得した測量データ等を活用した事例について紹介する。

①大型土のうの設置にMCバックホウの使用

ICT土工で使用したMCバックホウの刃先の位置情報を利用して大型土のうの設置を行った。通常であれば、丁張を掛けて丁張通りに設置をしていくが、河川内でなおかつ延長が約1kmあることから、丁張にかかる時間が工程に影響されることが予想された。そこで、MCバックホウを利用したことにより一切、丁張を設置せずに全延長設置することができた。下記(写真-12, 写真-13)を見てわかる通り、出来栄も良かった。



写真-12 土のう位置確認



写真-13 大型土のう設置完了

②3Dモデルの作成(現場の可視化)

起工測量にて取得した現況の点群データ(図-10)を活用して施工箇所の3Dモデルを作成した。作成したデータは図-11のようなものである。



図-10 点群データ

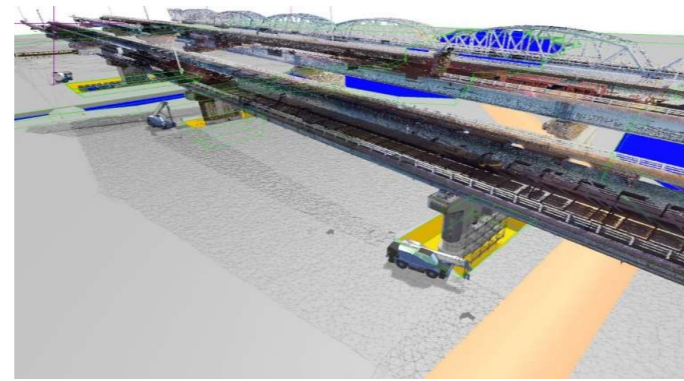


図-11 点群データを3Dモデル化した図

作業開始前に3Dモデルを作成し、以下の3点に使用した。

1)現場の施工イメージをモデル化

重機作業や、橋脚補強工事の際の足場工事、根固めブロックの据付工事等において、機械を配置した際に、ほかの車両が通行できるか確認したり、クレーンの上空施設への干渉を確認することができた。モデル内には機械の種類が豊富で、実際に使用する機種やメーカーの機械を配置することができ、精度の高いイメージモデルを作成することができた。

特に、根固めブロックの据付のイメージモデルにおいては、橋脚周辺を大きく掘削しており配置箇所次第で、クレーンの設置回数が増え施工ロスが生じる恐れがあったが、事前にモデル内で配置箇所を検討することで、当日の作業では余分な設置回数のロスがなくスムーズに施工を行うことができた。

また、事前に協力業者の方々に3Dモデルを確認してもらうことで、現場のイメージがしやすいといった意見があり、好評であった。



図-12 作業イメージ図

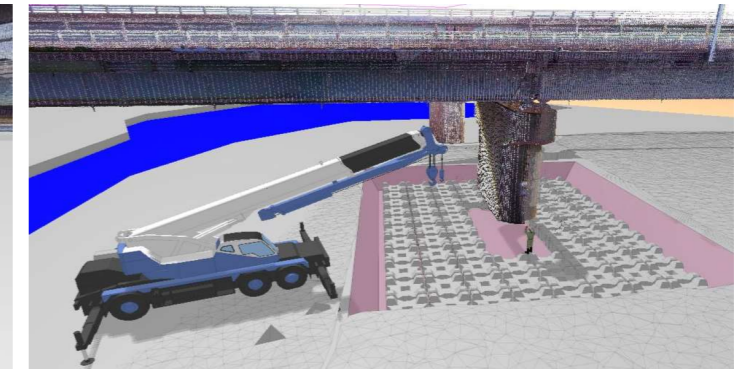


図-13 クレーン配置計画図

2)鉄筋配筋の干渉確認

頂版工の鉄筋配筋において、3Dモデル内で鉄筋同士の干渉確認を行った。従来であれば、図面のみで鉄筋の本数や配置の確認を行うが、細かい箇所の鉄筋の干渉は実際に鉄筋を組立てた後に干渉が分かる場合もある。しかし、鉄筋配筋を3Dモデル化することで細かい部分の配筋状態を確認することができた。その結果、実際に鉄筋同士が干渉している箇所が判明し、事前に対処することができた。

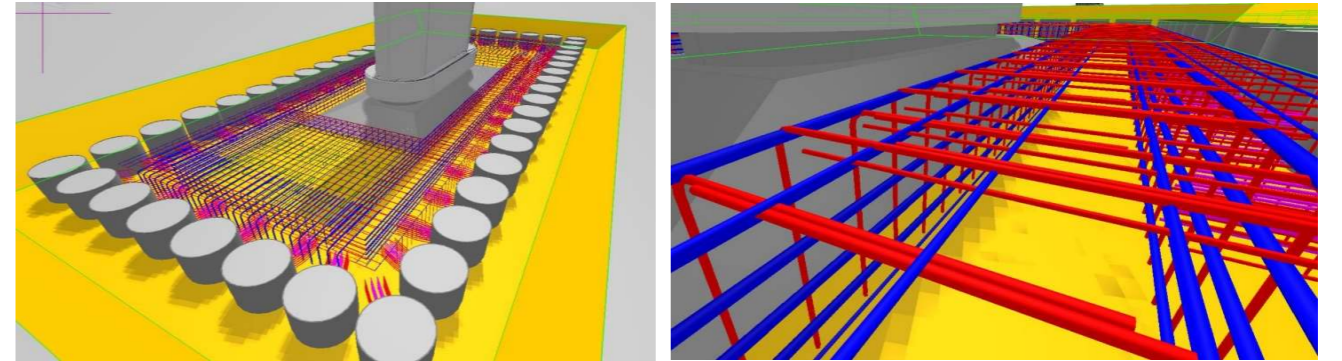
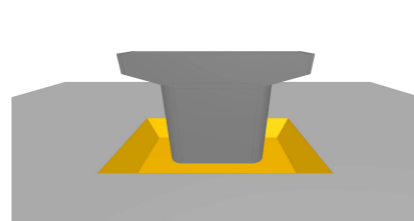


図-14 鉄筋配筋モデル図

3)施工フローのアニメーション作成

3Dモデル内で、実際に作業する鋼板巻き立て工の作業フローをアニメーションにて作成した。施工計画に記載したフローをアニメーション化することで、作業のイメージが湧きやすくなり各作業ごとの安全対策等も早期に対策することができた。また、新規入場時にアニメーションを使用して行うことで、非常にわかりやすい新規入場教育を行うことができたと感じる。

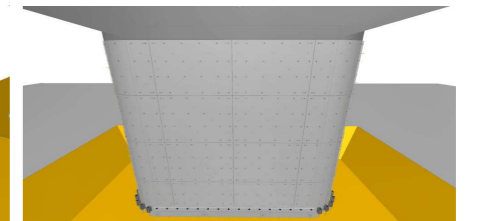
①掘削完了



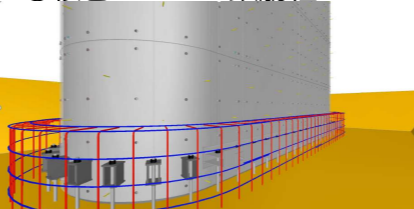
②鋼製ブラケット取付



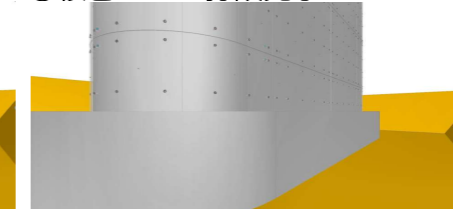
③鋼板取付



④根巻きコン 鉄筋組立



⑤根巻きコン 打設完了



⑥根固めブロック据付

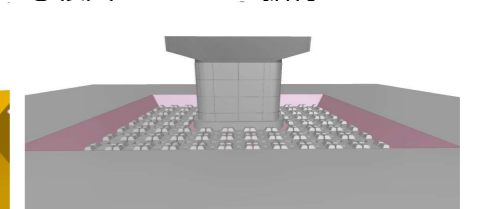


図-15 施工フローのアニメーション

4. ICT技術の活用事例

③VR技術の活用

前項で紹介した3Dモデルを活用してVRを使用した。安全訓練の際に、作業員に実際に作業する足場上や、鉄筋配筋の上を体験でき、安全の向上ができたと感じる。以前もVRを使用した安全訓練を行っていたが、作業のシチュエーションが何パターンがある中で選択して体験するものであり、実際の現場と少し条件が違うことが多かった。しかし、今回のVRは実際に現場をイメージしたモデルを使用してのVR体験であったため、体験した作業員の方もリアリティがあって、作業前に危険な箇所が分かりやすかったなどの意見があり好評であった。



写真-14 VR体験状況

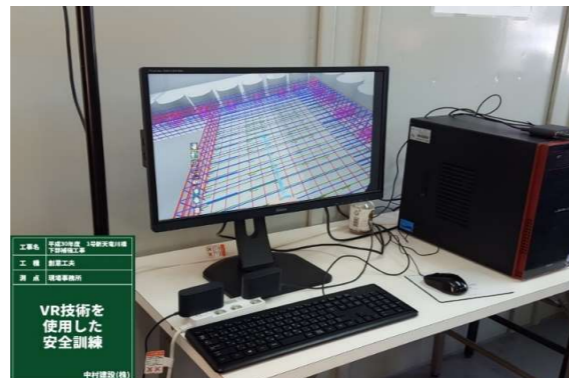


写真-15 ゴーグル内画面

また、今回施工箇所付近の小学校で現場説明会を開催した際にも、VR体験を行った。小学生はもちろん、教員の方々が非常に興味を持って関心を抱いていた。建設業のイメージが変わった、こんな技術を活用して行っているのは知らなかったなどの意見が印象的だった。

今後も、このような最新技術を活用して建設業の魅力を未来の若手技術者に伝えていきたいと感じた。



写真-16 現場説明会(VR体験)

5. 安全対策の工夫

今回のような作業条件が厳しい現場での安全対策の工夫事例を紹介する。

①油処理対策

吸着マット・緊急用油処理キット・分解材の常備



②移動式休憩所(ソーラーハウス)

水位上昇時、退避が容易できる



③水位警報システム 溶接・塗装作業時に活用



④監視カメラ 携帯やパソコンでリアルタイムで確認できる



⑤上部接近警報システム クレーン作業時に活用



6. おわりに

今回、河川内という非常にリスクの大きく、工期も厳しい現場であったが、ICT技術を取り入れることで工程短縮することができた。結果、渇水期にて無事故無災害で完成を迎えることができ、令和2年度の中部地方整備局の局長表彰を優良工事と優良工事技術者で受賞した。

ICT土工を活用したことで測量作業、施工の部分において非常に効果が大きかった。日数で約1か月程度短縮することができた。安全面においても、河川内での丁張設置や施工時の手元作業員が無くなったことで重機災害のリスク低減ができ、安全性の向上が図れた。

また、ICT土工で取得した点群データを活用し、3Dモデルの作成やVR技術の導入といったICT技術を活用することで、作業前に現場を可視化することができた。3D化することで完成イメージの共有ができるほか、現場の問題点が事前に3Dモデル上で把握することができた。その他にも、今回開催した小学校での現場見学会や地元説明会でも使用することで、現場が分からない人でも工事の内容が伝わると思われる。近年、建設業界の担い手不足が問題となっている中、このようなICT技術を活用した施工を行っていくことで魅力ある建設現場を目指していきたい。今後も、常に新しい技術の情報を取り入れ、現場で活用していきたい。