

「島田大橋の橋脚耐震補強における取り組みについて」



1. 工事概要

工 事 名	令和3年度[第33-D7337-01号] (主)島田吉田線橋梁耐震対策工事(島田大橋耐震補強工)
発 注 者	静岡県島田土木事務所
工 事 場 所	島田市 旭 地内
工 期	令和3年8月10日 ～ 令和5年5月31日
請 負 代 金 額	¥249,664,086- (うち消費税額 ¥22,696,735-)
工 事 目 的	本工事は(主)島田吉田線の島田大橋における、P2、P3橋脚の耐震補強工事であり、主要工種としては、橋脚の鋼板巻立て補強と、大井川河川内仮設(橋脚部の水位低下作業含む)を行う工事である。
工 事 概 要	工場製作工 2橋脚、橋梁鋼板巻立て工 2橋脚、 仮設工 1式(仮締切工、瀬替え堤工、仮排水路工、水替工)

2. 位置図



着手前写真



3. 耐震補強のイメージ

鋼板巻立て工法採用の経緯

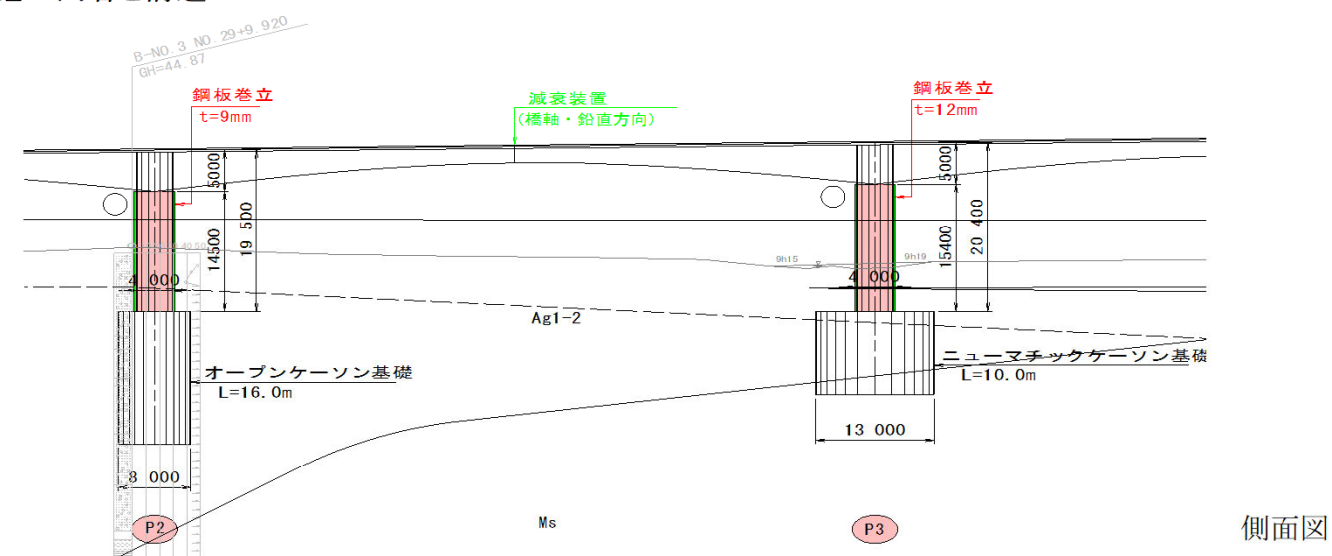
島田大橋は大井川に架設されている。河川内橋脚のため、河川管理上の制約条件(河積阻害、施工期間)と建設コスト等の課題があった。

制約条件をふまえ、河川内橋脚の柱部材に対する耐震補強工法を立案、比較検討された結果、本工事においては、鋼板巻立て工法が採用されている。

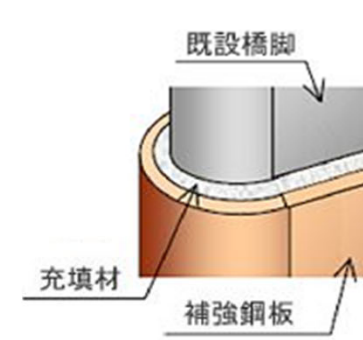
なお、比較検討された工法は下記の通りである。

- ・鉄筋コンクリート巻立て工法 (河積阻害率を大幅に超過するため除外)
- ・ポリマーセメントモルタル吹付け工法
(巻立て厚が比較的薄くすることが可能だが、河積阻害を超過するため除外)
- ・繊維材巻立て工法 (炭素繊維シート施工可能層数を超えるため除外)

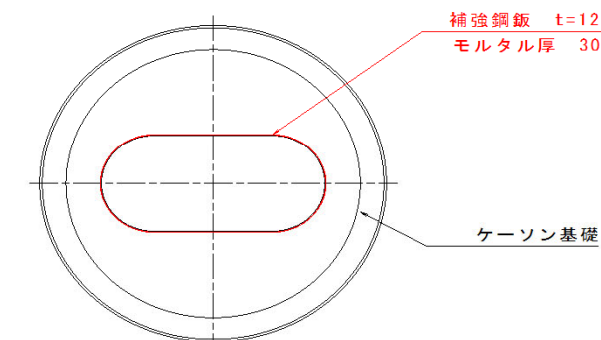
施工内容と構造



- ① 既設橋脚寸法に合わせて、鋼板を工場にて加工を行う。
- ② 既設橋脚との離隔(t=30mm)を確保するよう設置し、鋼板の継手箇所は現場溶接を行う。
- ③ 離隔箇所に無収縮モルタルを注入し、鋼板の表面は防錆処理を行う。
(既設橋脚の構造は、ケーソン基礎上に小判型橋脚(RC造)となっており、平均高さは15.0m)



鋼板巻立てイメージ図



橋脚断面図

4. 工事における課題と取り組み

現地踏査から主となる現場特性

- ① 大井川河床内作業のため、河川管理上の施工期間(湧水期10月～5月間の作業)の制約を受ける。
- ② 作業範囲に大井川流水があり、瀬替え・仮締切による流水切替後の作業となる。
- ③ 現況河床から6m程度の河床掘削後、耐震補強作業のため現況水位等の環境変動を受ける。
- ④ 現況河床から、8～9m上部が鋼板巻立て天端となる。
- ⑤ 鋼板巻立て工のため既設との整合、及び鋼板製作期間の確保が必要になる。

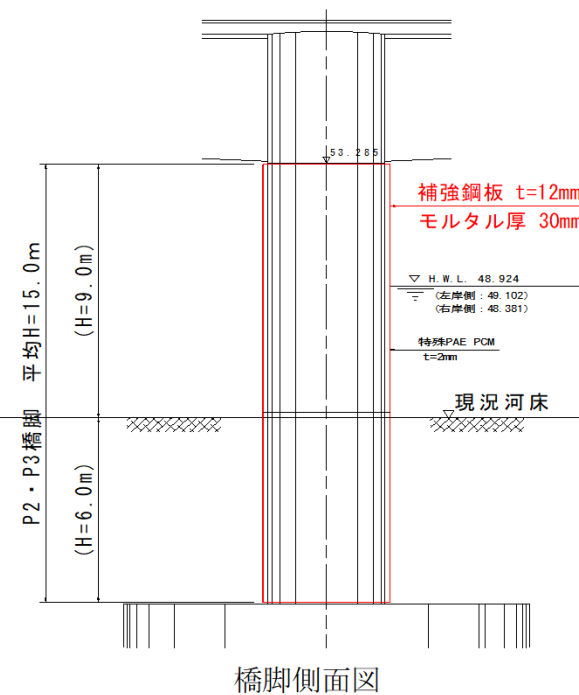


工事範囲 流水状況

現場特性からの課題

現場特性から課題を以下に挙げる。

1. 出水による水位変動等、作業条件への対応
2. 施工日数短縮への取り組み
3. 既設橋脚との整合、工場製作期間の確保



橋脚側面図

1. 出水による水位変動等、作業条件への対応

1-1. 水位への対応

現況盤より1.0m程度での湧水の発生が予想される状況で、橋脚部掘削深さが6.0mと深い場合、仮排水路と大型ポンプによる排水の併用によりケーソン基礎まで水位低下を行うが、本体工事である鋼板巻立て工の施工期間になる、春先での出水による水位上昇が懸念された。

(通常であれば、鋼板巻立て工の工程が3カ月必要であり、鋼材を使用する工法のため、常にドライの状況を確認する必要がある。)



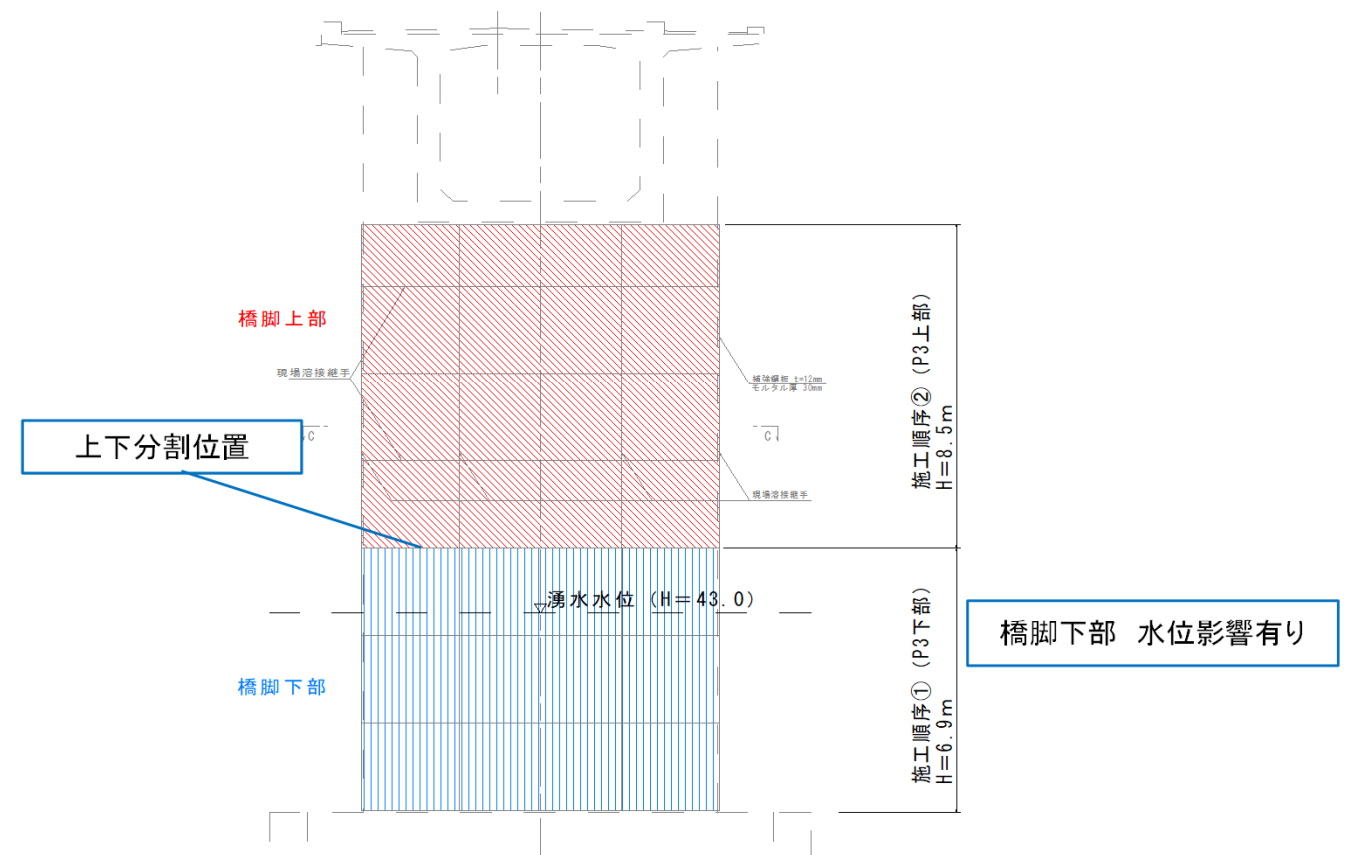
橋脚部湧水状況



ポンプ排水状況

対策として、水位に影響される範囲を優先して施工するよう、鋼板割付にそって橋脚上部、下部と1橋脚を上下に2分割し、橋脚下部を優先に施工することを検討した。

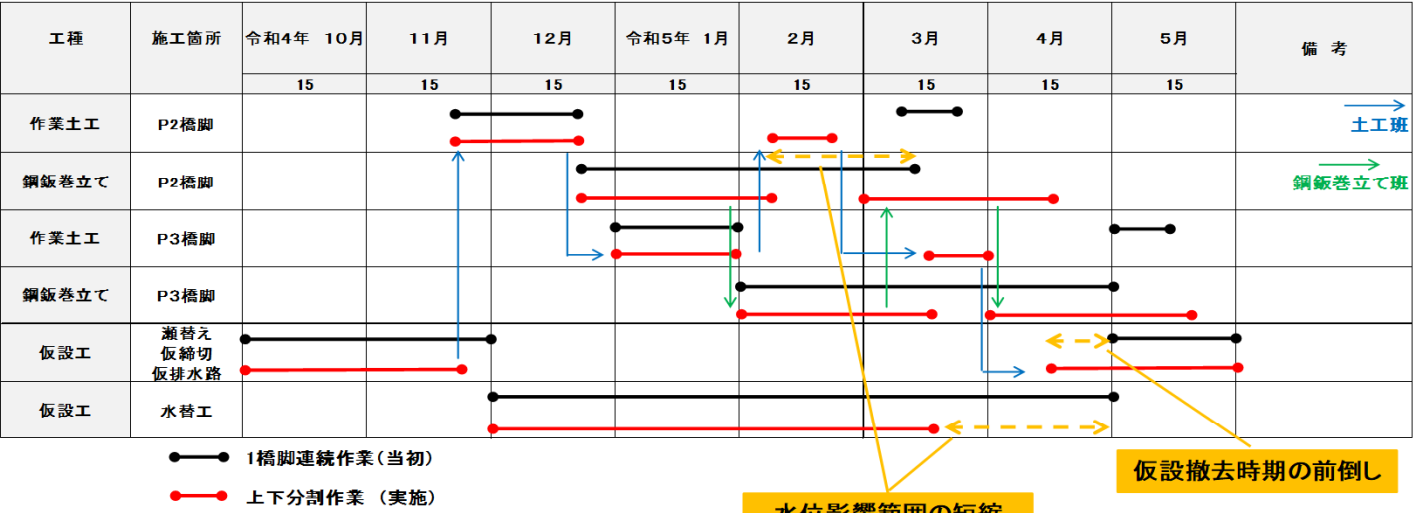
(橋梁下部→ポンプ排水撤去・埋戻し→橋梁上部)



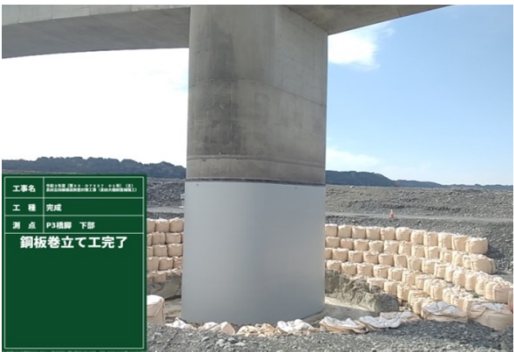
鋼板巻立て工の、1橋脚連続施工と上下分割施工の工程比較

鋼板巻立て工単体で工程をみると、1橋脚連続施工の方が工程は短くなる。(足場、鋼板取付、溶接、モルタル注入等 段取り換えのロス少なくなるため)

しかし、上下分割施工の場合では、水位に影響される範囲の施工は、**1～1.5ヵ月程度工程短縮**できるため、**上下分割施工**を採用した。



床堀完了



鋼板巻立て完了



下部埋戻し完了



鋼板巻立て完了

上下分割ラインを現況河床付近に設定し、下部の作業を最優先にて施工行なったため、懸念された水位変動を受ける前に、橋脚下部を完了し、**予定工程で鋼板巻立て工を完了**できた。

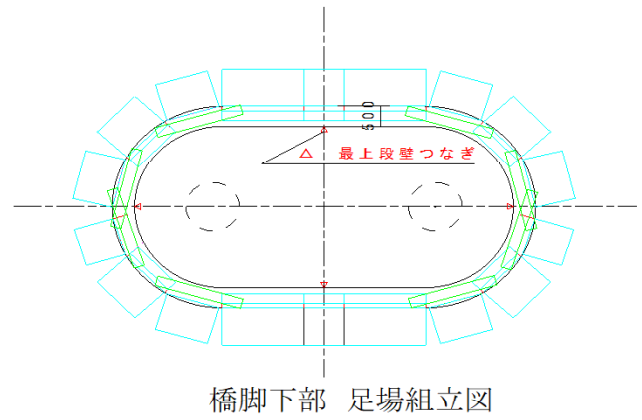
又、**各橋脚とも水替期間を1ヵ月短縮**することができ、水替費の削減にも繋がった。

又、上下分割作業により、P2、P3橋脚で土工事班と、鋼板巻立て班の2班体制で施工可能になり、部分的でも仮設工の撤去時期の前倒しに繋がり**全体工程の短縮**に繋がった。

1-2.耐震補強工の作業環境整備

鋼板巻立て施工時期が、12月～4月の冬季になる事、及び鋼板取付上部が、大井川河床から9m程度上部になるため、作業箇所は風雨が強くなる事が想定できた。

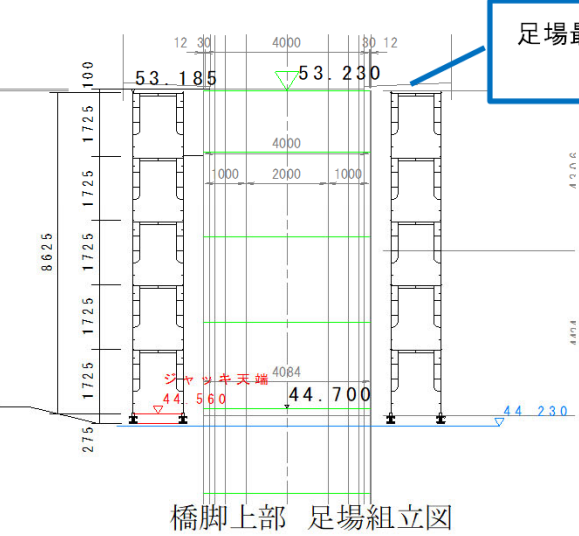
又、鋼板巻立て工は、鋼板設置、現場溶接、モルタル注入、鋼板防錆等、作業環境(気温、湿度、風等)に影響される工程があるため、設置する足場内の環境を整える必要があった。



橋脚下部 足場設置完了

橋脚下部は、ケーソン基礎の形状上、橋脚に合わせて小判型に足場を設置し、外周は**防音パネル**と、**防災シート**を併用設置し、足場内へ風雨の進入を減少させて作業環境を整備した。

又、橋脚上部は、特に風の影響を受けるため、足場と桁下とのクリアランスを最小限とした組立とし、外周は**全て防音パネルを設置**し、風雨の進入を減少するよう足場を設置した。



橋脚上部 足場設置完了

橋脚上部の足場最上段では、強風等により不稼働日が数日生じたが、最上段以外での作業を行うよう場所の調整で対応した。

環境測定に必要な作業前に、足場内にて計測確認を行い作業開始した。

上記対策により、足場内の作業環境を整備した事は、**構造物の品質向上と、工程確保に繋がった。**



溶接時環境測定

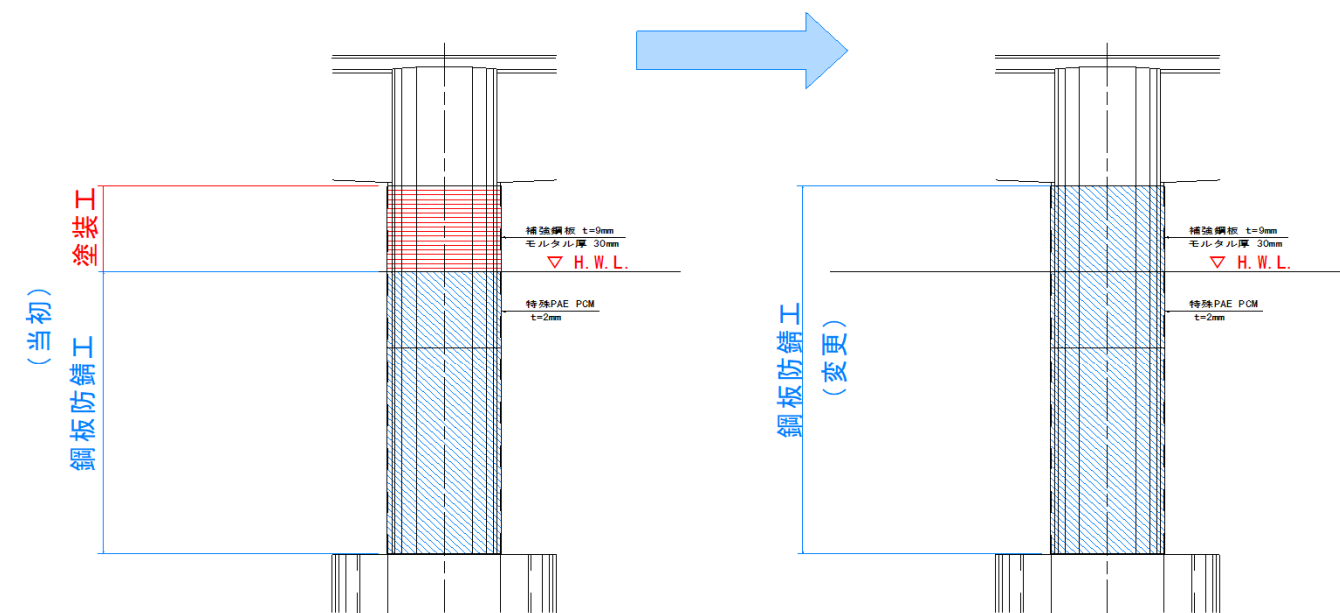
2. 施工日数短縮の取組み

2-1. 鋼板防錆工(施工範囲の変更)

鋼板巻立て工の仕上げになる、鋼板の防食工は、鋼板上端(橋桁下)からH・W・Lまでは鋼板塗装(C-5、F-13)で、H・W・Lから鋼板下端(ケーソン基礎部)までは鋼板防錆(特殊PAE系ポリマーセメントモルタル吹付)で設計されていた。

上記、仕上げ工程は、鋼板巻立ての最終工程である事と、塗装工、防錆工それぞれ材料の塗布又は吹付を各層施工していくため、1層毎の施工期間と、乾燥期間が必要な事、降雨及び湿度等の天候に左右される施工であった。

最終工程の日程を確保するため、工程短縮となるように施工範囲と施工方法の見直しを行った。



鋼板塗装と、鋼板の防錆の施工範囲をH・W・Lで分けてあり、それぞれの工種で、各層毎の工程が必要になる。

塗装工と、防錆工の防食機能を比較すると、塗装工に対して防錆工は同等以上の機能を果たしている。

全てを防錆工で施工すれば工程短縮が可能のため、発注者への確認、承諾を得て鋼板全てを防錆工で施工するよう変更した。



H・W・Lより上部まで、鋼板防錆完了

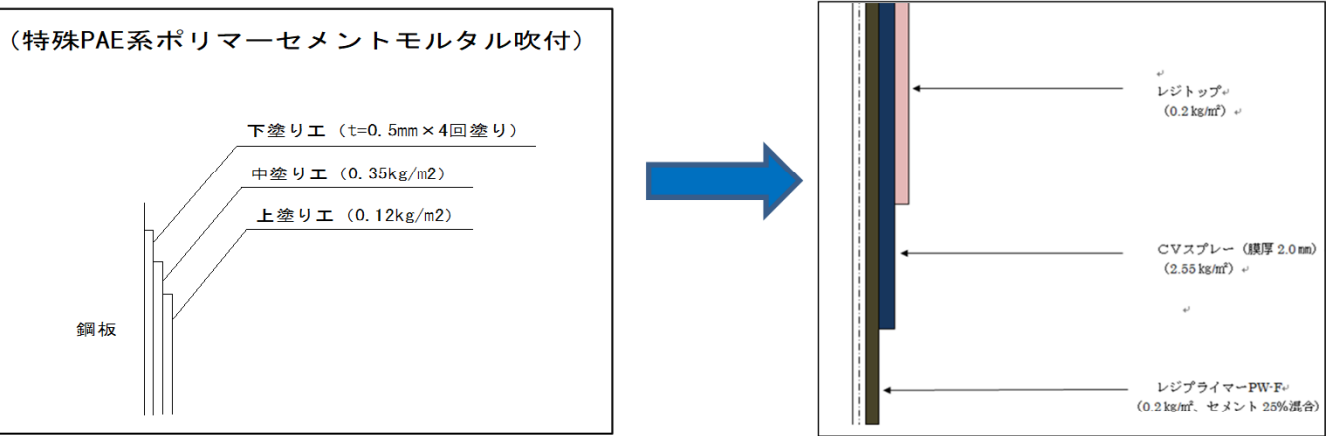
2-2. 鋼板防錆工(工法の変更)

当初、鋼板防錆工(特殊ポリマーセメントモルタル吹付)の仕様であった。

上記工法は、塗装工と同様に下地処理、下塗り、中塗り、上塗りと計7層の材料塗布、吹付を施工する工法であった。

施工日数の短縮が可能な工法を検討し、下記の理由にて、発注者への確認、承諾を得て防錆工をSQSシステム工法に変更した。

- ① 静岡県新技術・新工法への登録
- ② 島田大橋下流側にある谷口橋の橋脚補強への使用実績
- ③ 施工層数が3層であり施工日数の短縮



当初 工法構造図

SQSシステム工法は、機械制御された2液混合型スプレーガンにて、CVスプレー(超速硬化ポリウレタン)を吹きつける。膜厚2mmの施工厚を1日で吹きつけができるため、層毎の乾燥時間が少なくなり、工程の削減、施工性の向上に繋がる工法

工程表 (300m2/1橋脚)		月			月		
種別	細別	10	20	30	10	20	30
当初							
鋼板巻立て工	現場塗装				下地処理2日、下塗り1日/層*2層=2日 中塗り1日、上塗り1日=6日(実施工日)		
	鋼板防錆 (特殊PAE系ポリマーセメントモルタル)				下地処理4日、下塗り2日/層*4層=8日 中塗り1日、上塗り1日=14日(実施工日)		
変更					15日 工程短縮(1橋脚)		
鋼板巻立て工	鋼板防錆 (SQSシステム)				下地処理5日、プライマー1日 中塗り2日、上塗り1日=9日(実施工日)		

鋼板防錆工の変更により、1橋脚当り15日の工程削減が可能になった。

鋼板巻立ての最終工程時期は、降雨による作業不可日も想定できたため、全体工程確保の大きな要因になった。

3. 既設橋脚形状との整合、工場製作期間の確保

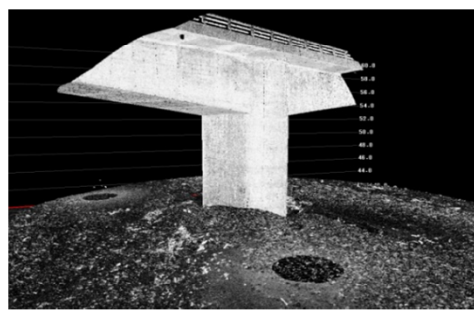
鋼板材料発注は、鋼板加工図より必要な原版寸法と、鋼板枚数を確定する。又、使用する鋼材 (SM490 溶接構造用圧延鋼材) は、材料製作期間6カ月程度となり、後の工場加工期間3カ月と長期工程が必要になる。

既設橋脚が小判型である事と、鋼板と既設橋脚の離隔(充填材厚)が $t=30$ と薄く、正確な鋼板加工(鋼板切断、曲げ加工等)を行うため、現況橋脚寸法より鋼板加工図の作成が必要になる。

上記より、現況橋脚寸法計測から、鋼板加工図の作成、図面承認を得て、早々に工場製作を始める必要がある。



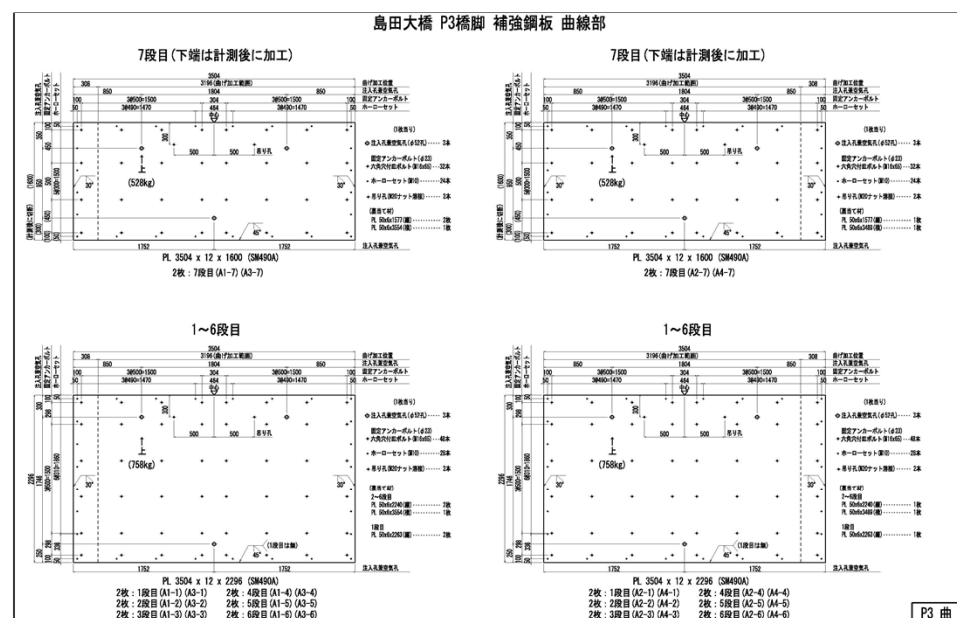
レーザースキャナー計測



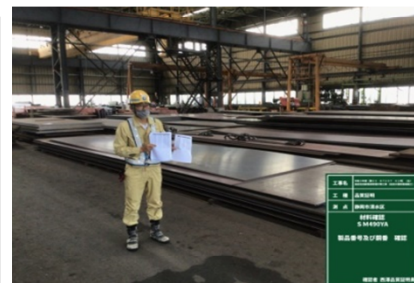
取得点群

従来の現況橋脚計測は、河川内仮設設置後、足場の設置又は高所作業車等を使用して計測を行っているが、資機材の搬入経路の整備や足場の設置に時間を要することが想定された。

本工事においては、**工程短縮、作業効率及び計測精度の向上のため、地上型レーザースキャナー**を活用して、既設橋脚の点群データから現況橋脚計測を行った。



鋼板加工図



鋼板材料(ロール材)確認



加工鋼板搬入

計測に工事用道路、足場設置の必要なく、工事着手早々に、現況橋脚計測を実施できた。

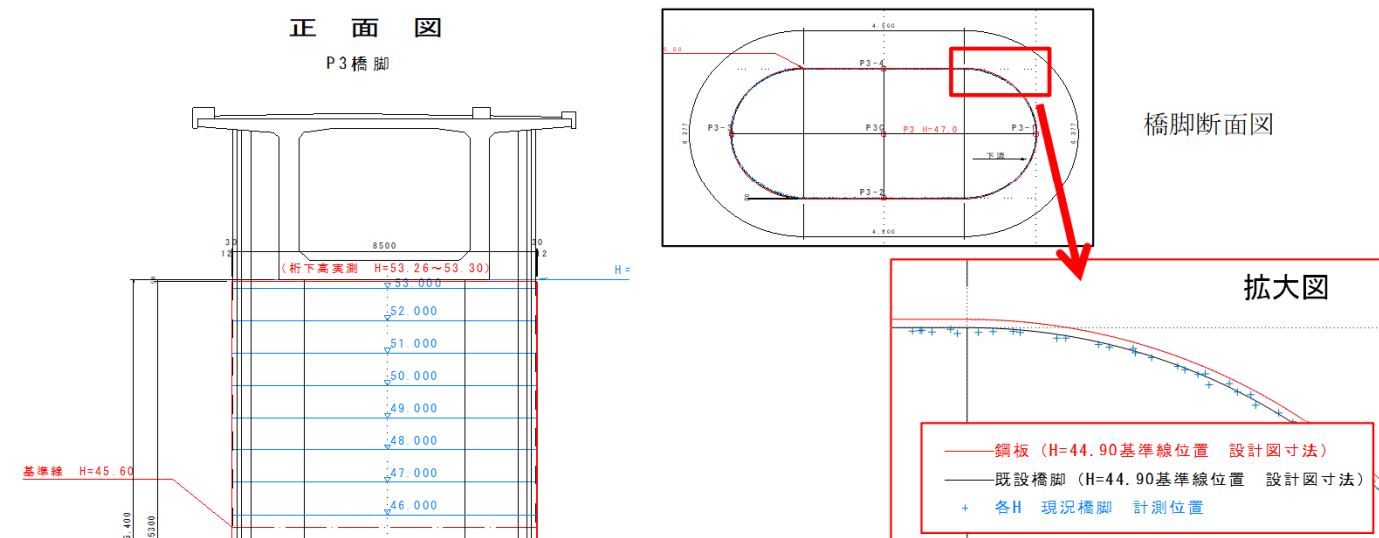
取得点群の図面化に、点群ソフトの操作に不慣れなため2日程度要したが、現場計測は、1橋脚当たり2時間程度で計測でき、準備からデータ作成のトータルでは、大幅な短縮に繋がった。

結果として、現況計測の作業効率の向上と、早期に鋼板加工図の作成から鋼板発注が可能となり、予定工程で工場製作を施工できた。

5. 3次元データの活用

5-1. 既設橋脚計測への活用

従来、点群データから図面化(縦横断面図)は、地表面に対して鉛直方向にある点群を図面化する事が主である。今回は採取した点群を地表面と平行方向(高さ方向)に採取し、既設橋脚形状(主に断面形状と、橋脚の傾き)を確認するため、橋脚高さ1m毎の橋脚断面図に、採取した点群を落とした。

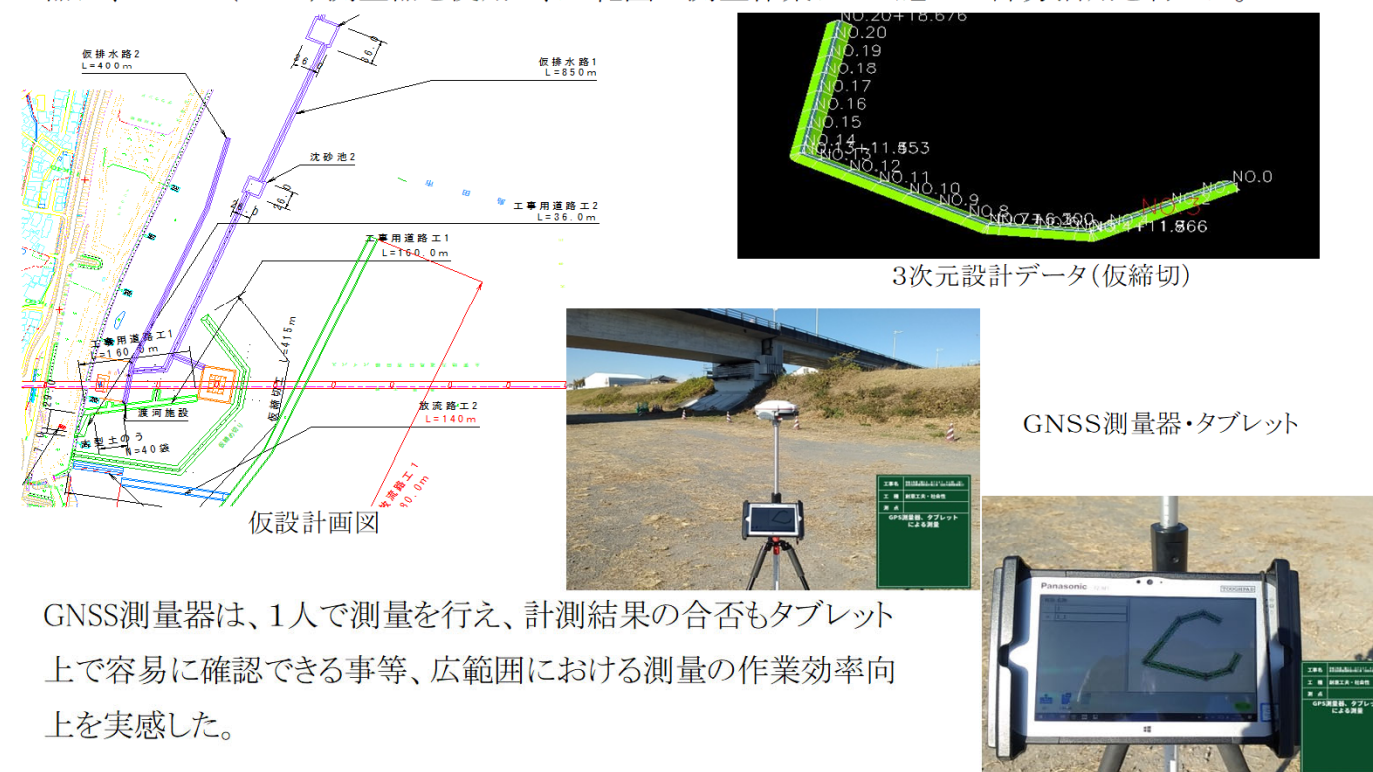


断面図に落とした点群は、1断面当たり800点程度となり、高い精度で既設橋脚形状の確認ができ、既設橋脚形状に合わせた鋼板加工図の作成から工場製作を行えた。

5-2. 河川内仮設工 3次元データの活用

河川内仮設は、橋脚中心に上下流共1km弱の広範囲になる。

各仮設の設置にあたり、3次元設計データを作成し、タブレット内へデータ登録を行った。又、測量器は、GNSS (GPS) 測量器を使用し、広範囲の測量作業にICT施工の部分活用を行った。

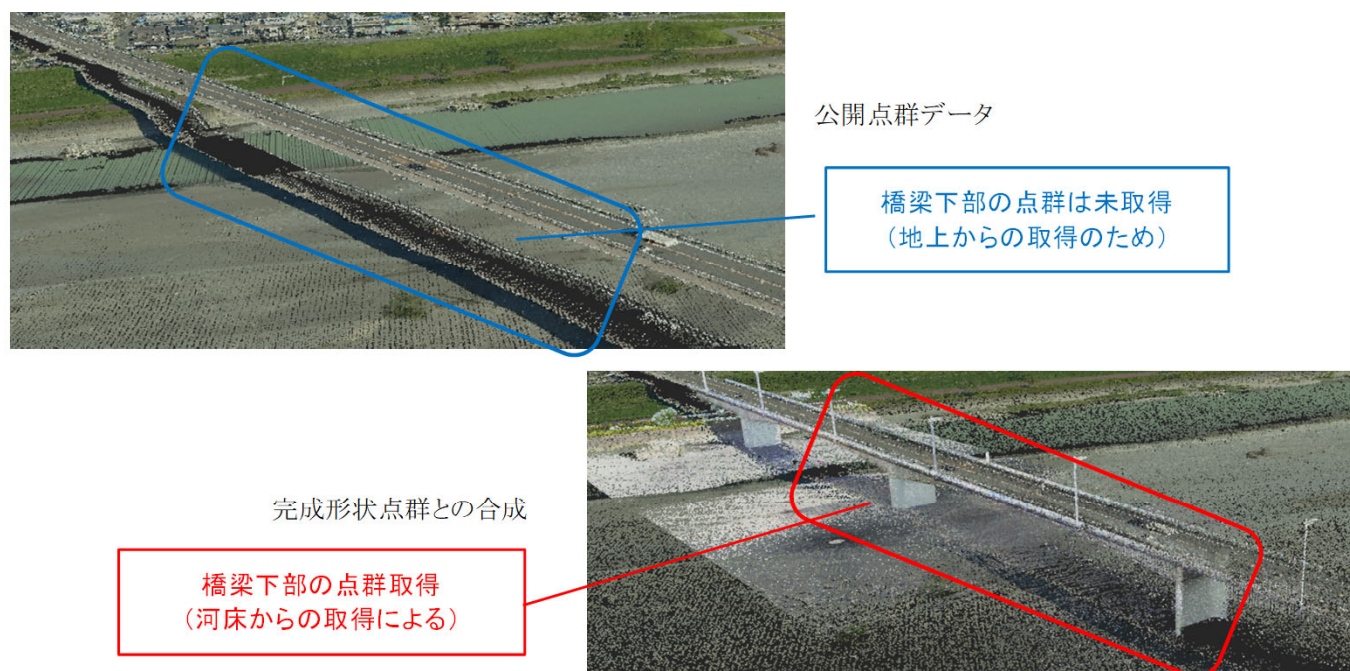


GNSS測量器は、1人で測量を行え、計測結果の合否もタブレット上で容易に確認できる事等、広範囲における測量の作業効率向上を実感した。

5-3. 3次元データの納品工事施工要領による現場データの納品

近年、地方自治体等の公共工事の現場に関した点群データやUAV(無人航空機、ドローン)等を用いた3次元データがますます取得されている。公開されている3次元データは異常気象による災害復旧等にも使われているように、今後必要とされる。

しかし、公開されている点群データは、地上(上空含む)から取得したものも多く採用されており、本工事施工範囲のような橋梁下部からの3次元データを取得すれば、より広く一般に活用して頂けると考えた。そこで、本工事では静岡県3次元データ納品工事施工要領を利用することとした。



施工要領に基づき、島田大橋P2・P3橋脚施工区域の3次元データを、弊社所有の地上型レーザースキャナを用いて計測・取得を行った。実施にあたり監督員と協議を行い、計測後は完成形状の報告書にて報告を行った。結果、電子納品システム「My City Construction」へ納品することで3Dデータを広く一般へ公開することができた。



3次元データ(P2～P3橋脚を望む)

6. 最後に

本工事における課題点と対策を紹介した。

全ての工事で、求められる形状、品質、性能を確保する事や、安全管理、工程管理のために、様々な手法や、技術を駆使して工事が完成されている。各工事において、「何が問題になるか」を洗い出し、対策を事前に確立する事が重要である。

本工事では、河川内作業の事もあり、「作業環境の整備」と「工程確保」に対して各取組みを行った。個々の問題に対する対策成果は、「作業環境を整備」すれば「工程短縮」にもなる等、重なり合ってくる印象を受けた。今後の現場管理では、各問題点の対策による成果は、一つに限らない事を意識し、広い視野を持ちながら今後の施工に取り組んでいきたい。

又、本工事ではICTの全面活用までは至らなかったが、無足場での計測、広範囲測量等、部分的な3次元データを活用を行い、工程、費用を含めて作業の効率化を実感した。又、通常では点群取得しにくい場所からの3次元データの取得、納品から公開を行えた事は、次への活用手段の一つになり、3次元データの活用範囲の向上になったと認識している。

最後に、無事故、無災害で予定工期内に完成を迎える事ができ、本工事に携わって頂いた、発注者、関係機関、協力業者の皆様にあらためて、感謝申し上げます。



完成(P2～P3橋脚を望む)