



～下部工の役割を念頭に置いた施工にICT技術を取り入れて～

～下部工の役割を念頭に置いた施工にICT技術を取り入れて～

1. 工事概要

工 事 名 令和元年度[第31-D6880-01号](国)473号橋梁改築(地域連携2A)  
地域高規格工事(4号橋A1橋台工)

発 注 者 名 静岡県島田土木事務所

工 事 場 所 島田市菊川地内

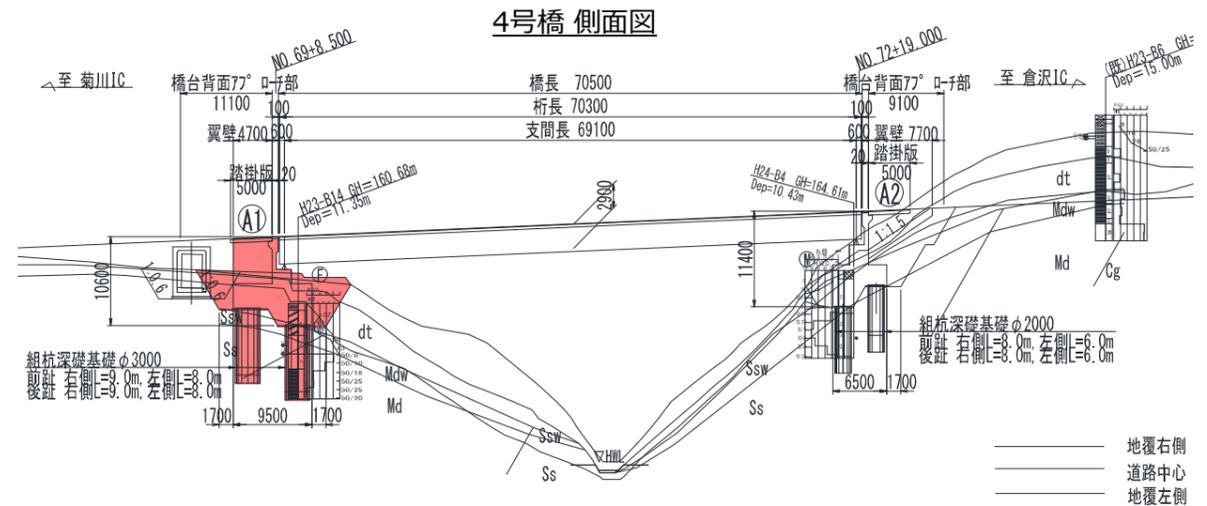
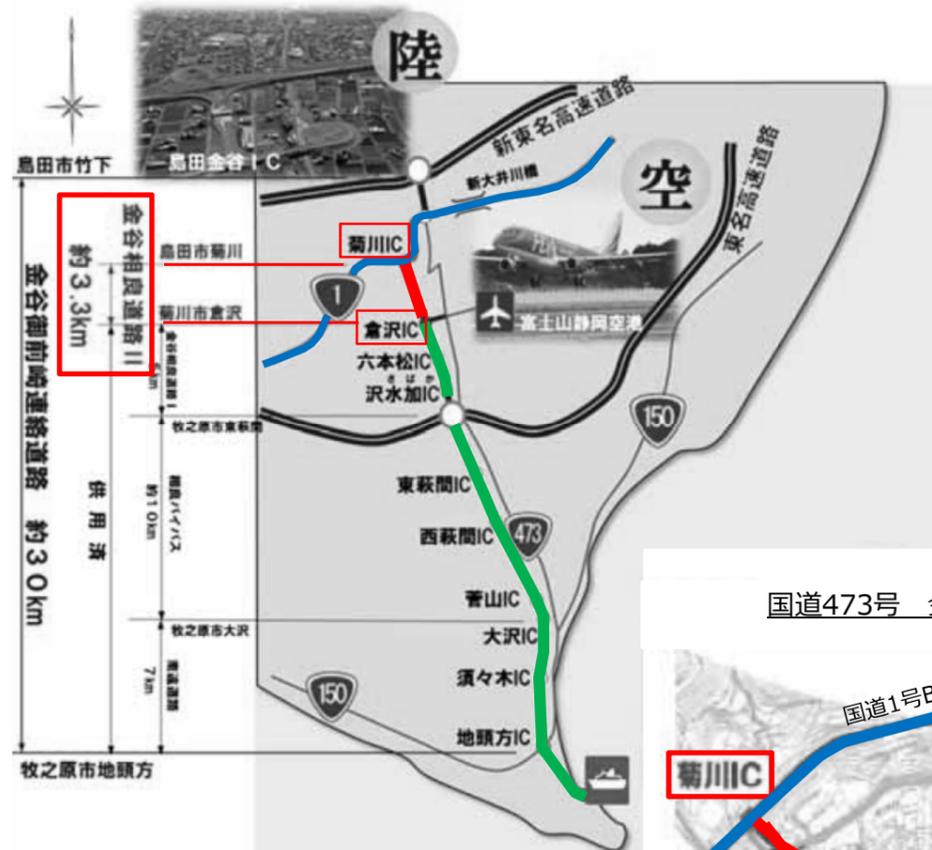
工 期 令和2年5月11日～令和2年12月1日

請 負 金 額 ¥89,000,000円 (税込)

工 事 の 目 的 金谷御前崎連絡道路において未開通区間約3.3kmの中央付近に位置する4号橋の橋台2基のうち1基 (A1橋台) を施工する。

工 事 内 容

工種・種別・細別・規格	数量	単位	備考
橋台工			
作業土工	掘削(床掘)1100m <sup>3</sup> 、埋戻620m <sup>3</sup>	1,720	m <sup>3</sup>
残土処理工	搬出先:東萩間地先(L=6.5km)	750	m <sup>3</sup>
深礎工	φ3000mm L=9.0m×2本、L=8.0m×2本	4	本
橋台躯体工	逆T式橋台	1	式
鉄筋	SD345 D13～35	27.4	t
型枠		400	m <sup>2</sup>
コンクリート	24-12-25BB	519	m <sup>3</sup>
足場	枠組(先行手摺)	490	掛m <sup>2</sup>
交通誘導工	20名	1	式



## 2. 周辺環境と搬入路

### 1) 搬入路調査（初見）

本事業区間は概ね田畑に面しており、本工事の周辺及び搬入用工事用道路もその例外ではない。



施工地には吉沢金谷線を経由して別工事にて造成された工事用道路を使用してアクセスする。全区間において幅員5m以上が確保されており、中腹には待避所も設置されている。大型車両の搬入は十分可能であり、工事用道路としては十分過ぎる道路である。



### 2) 問題点

ここで解消すべき問題点は2つ。



#### **問題点1（施工）：終点部の回転スペースと施工上必要な作業ステージの確保**

本工事用道路の終点部は車両の回転及び反転場として盛土により拡張されているが、そこに近接する当工事の作業ステージと兼用するには面積が不足している。よって、この問題を解消するための仮設計画と施工計画の立案が急務であった。

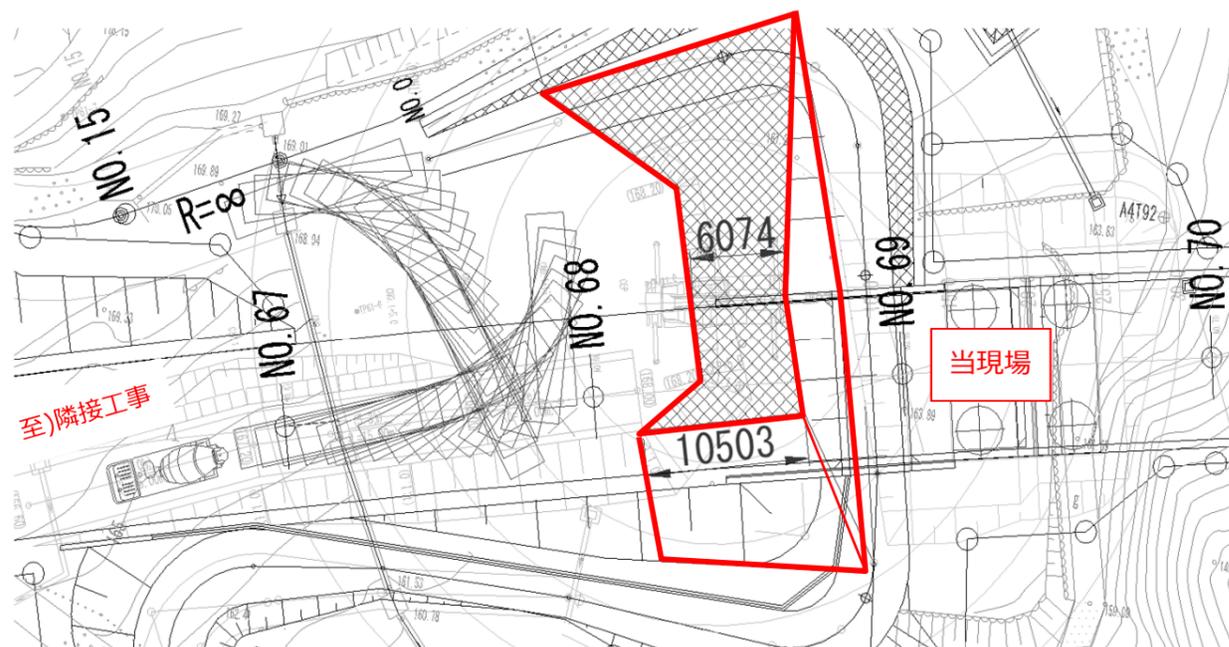
#### **問題点2（環境）：未舗装区間の粉塵対策**

事業の進捗と順序の関係で一部未舗装区間が存在する。当該箇所周辺には茶畑が多数存在し一番茶の収穫を控えている、言わば商品が多数存在する。徐行を実施したとしても大型車両が走行すれば、ここで発生した粉塵が広範囲に飛散し商品が商品としての価値を失ってしまう。  
『適宜散水車を走行させる』  
ことが単純な解決策ではあるが、現場の状況を踏まえた更なる解決策が必要であると感じた。



### 3. 仮設計画と工法の選定

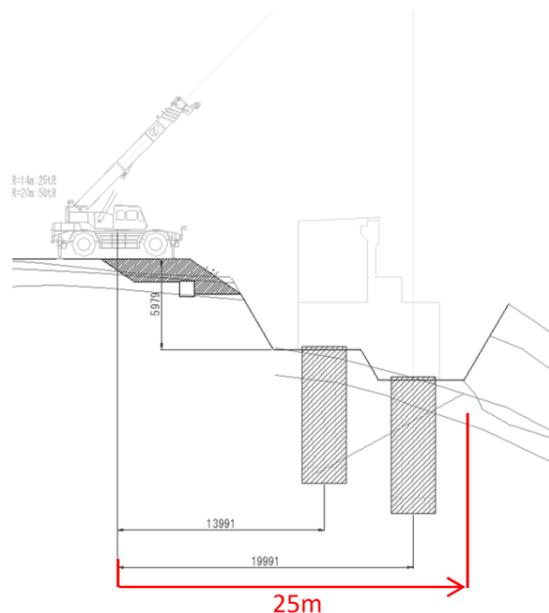
#### 1) 作業ステージの拡張



前項で上げた問題点を解消するために、仮設計画を立案し発注者に提案させて頂いた。

立案の条件は2つ。

- ① 先行かつ並行して進められる隣接工事（3号橋A2橋台工）の施工に支障を来さないこと。
- ② 本工事の深礎杭及び躯体構築の作業に際し、吊り荷重2.0tを作業半径25mの地点まで吊り込むことが可能な位置に25tラフタークレーンが設置できること。
- ③ 施工期間中、安全が確保可能かつ安価であること。



数回の受発注者協議と受注業者間の打合せを重ね、当社案を採用して頂いた。



この案を関係各所に採用して頂いた結果、両工事を円滑に進めることが可能となった。

#### 2) 工事用道路の粉塵対策

『散水車を適宜走行させ粉塵対策に努める』と施工計画書には記載したが何か工夫をしたかった。実際散水車を走行させるためには、水を汲み上げ、走行し、燃料を補充すると言った作業が日々繰り返させる。しかし職員も作業員も限られており何か1つの工夫でこの単純な割に労力の掛かる作業を簡略化させたかった。そこで農業用水を地元自治会からお借りしスプリンクラーホースを設置することとした。



朝の出勤時、昼休み前、15時の休憩前に開栓し常時当該箇所を湿潤状態とすることで粉塵抑制を簡単に実施することが出来た。

## 4. 下部工（橋台）の役割とそれを踏まえた品質確保への対策

### 1) 設計を念頭に置いた施工

筆者は設計者ではない。

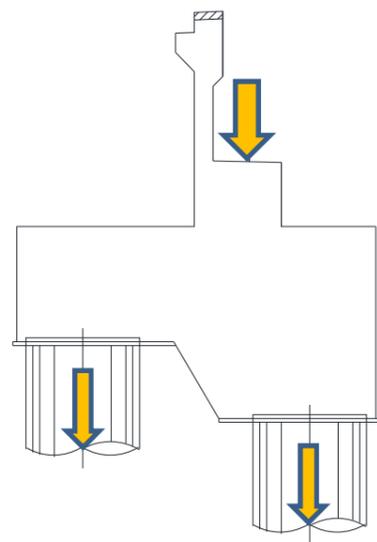
よって橋梁について設計者ほどの知識は持ち合わせていない。しかし土木工事共通仕様書や各種示方書が施工上なぜ『〇〇をしないといけない』やなぜ『△△について監督員と協議しないといけない』と記載されているのか。

その真意を理解し実施工に反映させ構築対象物の品質を向上させるためには設計者の意図を汲み取ることが最も有効な手段ではないかと常日頃考えている。

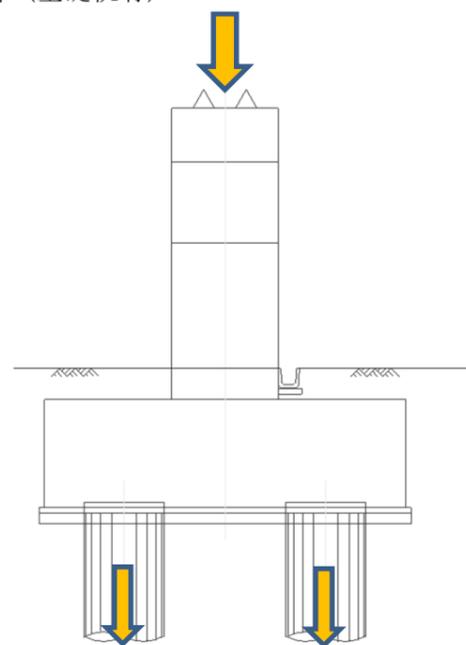
### 2) 下部工の機能

下部工と言えば主に橋台と橋脚を想像するが、橋台には橋脚以上の役割があると考えている。

<橋台（基礎杭有）>



<橋脚（基礎杭有）>



どちらも上部工からの鉛直荷重（死荷重・活荷重）を負担し構造上重要な支点となる。しかし橋台はもう1つ、土留としての役割も担う。

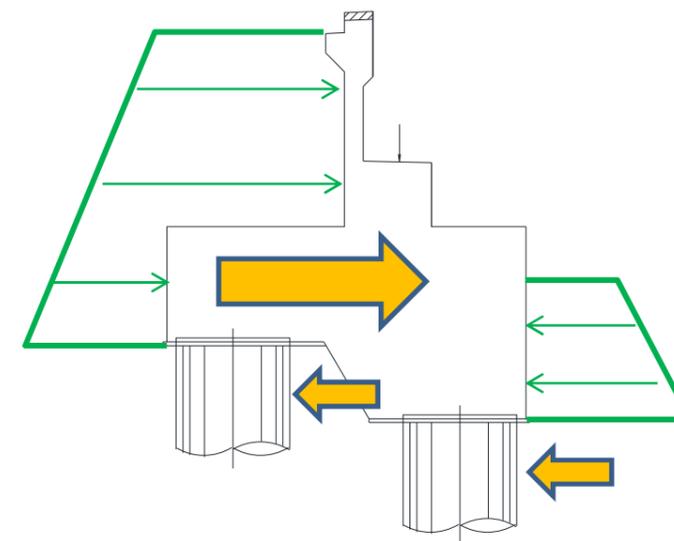
そこで最も重要な役割を果たす部位が基礎杭である。

橋台における杭は鉛直荷重を強固な地盤に伝達させるだけでなく、背面の土圧に対し滑動を抑制する言わば野球やサッカーで使用するスパイクのポイント（イボ）の役割も担っている。

よって、今回のような構造を成している橋台にとって最も重要な部位は基礎杭であると筆者は考えざるを得ない。

（※他の部位は重要ではないという意味ではない）

<滑動のイメージ図>



### 3) 構造部の機能から選出する品質確保への対策

以下の事項を念頭に各仕様書及び示方書に基づき施工計画の立案及び施工を進めた。

#### ①基礎杭（深基礎杭）について

- ・支持層として評価されている泥岩（Md）を確実に現認し硬度を測定する。
- ・1m毎に出現する壁面土質を確認し土質調査報告書の内容との差異を確認する。  
（※モルタルライニング部は周面摩擦を考慮しているため）
- ・掘削精度（傾斜）については1.0m毎に確認を行う。

#### ②橋台躯体（本体）について

- ・コンクリート打設時のリフト割を早期に決定し1回あたりの打設量が妥当であるか否か搬入路、作業ヤード、品質及び隣接工区の作業状況を踏まえ検討する。
- ・温度応力解析を実施し、ひび割れ抑制対策を検討し実施する。

#### ③作業土工と法面保護

- ・雨期における作業となるため、濁水対策を念頭に置き実施工を開始する。
- ・躯体の出来形に直接影響する法面の整形方法とコンクリート打設までの維持管理。

## 5. 作業土工

### 1) 施工の背景

ここ数年、日本国内で異常気象と言っても過言ではない極地的豪雨が各地で観測されている。静岡県も例外ではない。

しかし工期は契約上決まっており、事業全体の工程や開業時期を鑑みれば、本工事において雨期の土工事を避けることは不可能であった。

### 2) 雨期における土工事の工夫

今回、作業土工にて発生した残土の60%は作業ヤードの拡張（盛土）に使用する。そこで、雨期での施工を念頭に置き、下記の条件を満たすよう施工計画を立案した。

#### ①重機の選定

掘削箇所と盛土部は掘削開始時で3.5m、床付時で8.0mの高低差が生まれる。

この差を解消し円滑に施工を進めるために3種類の重機を同時搬入し稼働させることとした。

- ・ 土上げ+ダンプトラックへの積込→0.7m<sup>3</sup>級
- ・ 堀山内の掘削→0.4m<sup>3</sup>級
- ・ 法面細部の整形→0.15m<sup>3</sup>級



#### ②雨水排水及び湧水の処理

掘削作業が進捗する過程で発生した法面からの湧水と雨水を処理するために簡易ストレーナーを作成し使用した。雨水と湧水を何らかの処置も講じず、そのまま自然勾配に任せて排出してしまうと現場下部に存在する沢に流れ落ち、その下流に多数存在する田畑へ流れ込んでしまう。



このストレーナーは線状のスリットが上向きに設けられおり、スリットに泥水が取り込まれる際、比重の大きい土粒子は下へ落ち、水分のみが内部に取り込まれる仕組みをイメージして作成した。

またストレーナーの周囲は単粒砕石にて埋め戻し、フィルター材としての役割を持たせた。

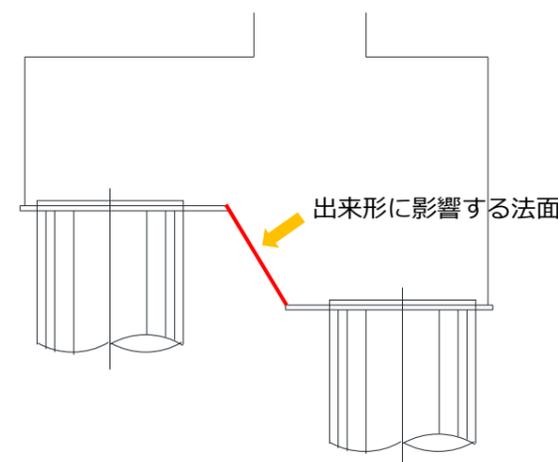
結果、ポンプの電源を入れた直後、排水は目に見えて濁っていたが、運転開始10分程でその濁りを消去することが出来た。



#### ③法面の保護

比較的複雑な形状で整形された法面の一部は直接躯体の出来形に影響を及ぼす。

また拡張された作業ステージには25t、場合によっては50t級のラフタークレーンが設置される。そこで、切土及び盛土を実施し整形された法面はすべてモルタル吹付(t=3cm)を施すこととさせて頂いた。



モルタル吹付を施すことにより、それ以降の豪雨や湧水量の増加に対して法面に亀裂や変位も見られず、健全な状態で掘山を維持することが出来た。

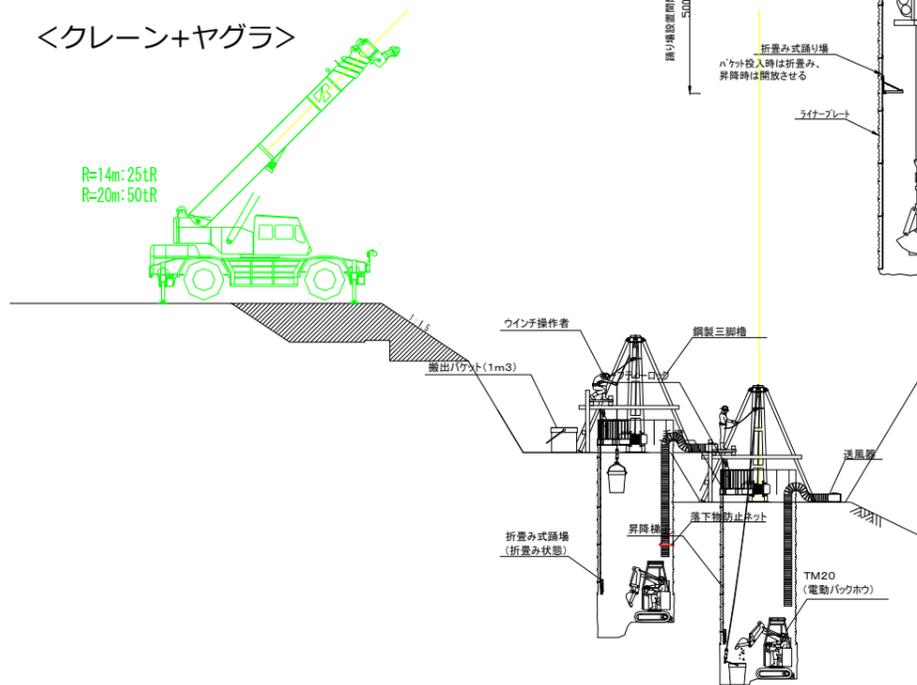
## 6. 深礎杭の施工

### 1) 施工方法

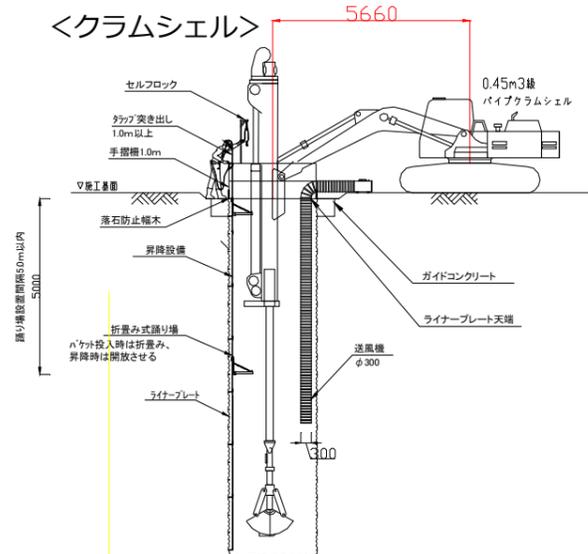
当初設計において掘削はクラムシェルによる方法（A工法）が選定されていた。

しかし、この工法で施工するためには杭芯から約6mの位置まで本体機を近接させる必要がある。そこで、拡張した作業ステージから杭芯までの距離及び高低差を念頭に監督員との協議を経てクレーンとヤグラを用いた工法（B工法）に変更させて頂いた。

#### <クレーン+ヤグラ>



#### <クラムシェル>



この変更により現場条件に適しかつ円滑な掘削～排土作業を実施することが可能となった。



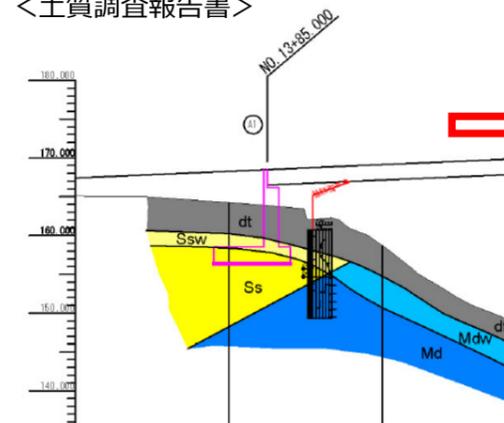
### 2) 掘削の進捗に合わせた受注者の土質評価

『設計図書に定められている深度まで掘削すれば良い』という訳ではないのが杭工事の困難な部分であると常に思う。

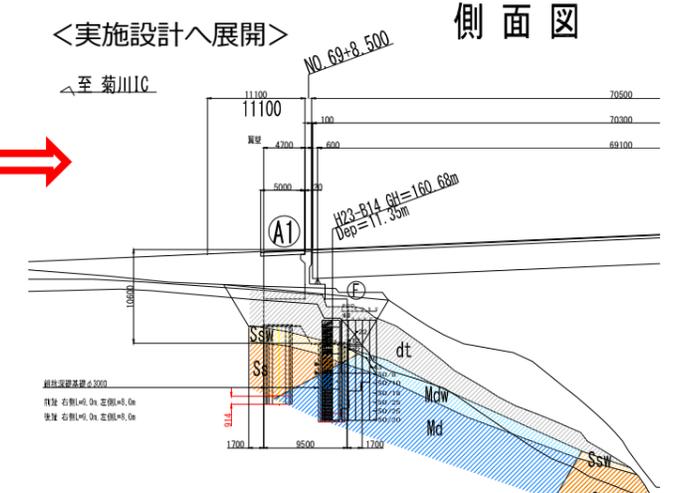
杭を支持する支持層の確認と評価は最も重要であるが、周面摩擦を期待する本杭は掘削途中の土質も重要な要素となることは設計成果を一読した段階で認識していた。

そこで、段階ごとの土質を確認し結果をレポートにまとめ監督員に適宜報告することとした。

#### <土質調査報告書>



#### <実施設計へ展開>



#### <受注者が作成した土質レポート（抜粋）>

■GL-6.5～8.0m (LP-6.7～8.2m)



主体は泥岩 (Md) であるが一部に砂岩 (Ss) が介在している。  
非常に硬質でありブレイカーによる取壊しまたは削り取り作業に時間を要する。



掘削時に確認した土質は概ね想定通りと総括した。差異が若干生じていた部分も周面摩擦の設計値を変更する必要のない範囲であった。

## 7. 橋台本体の施工

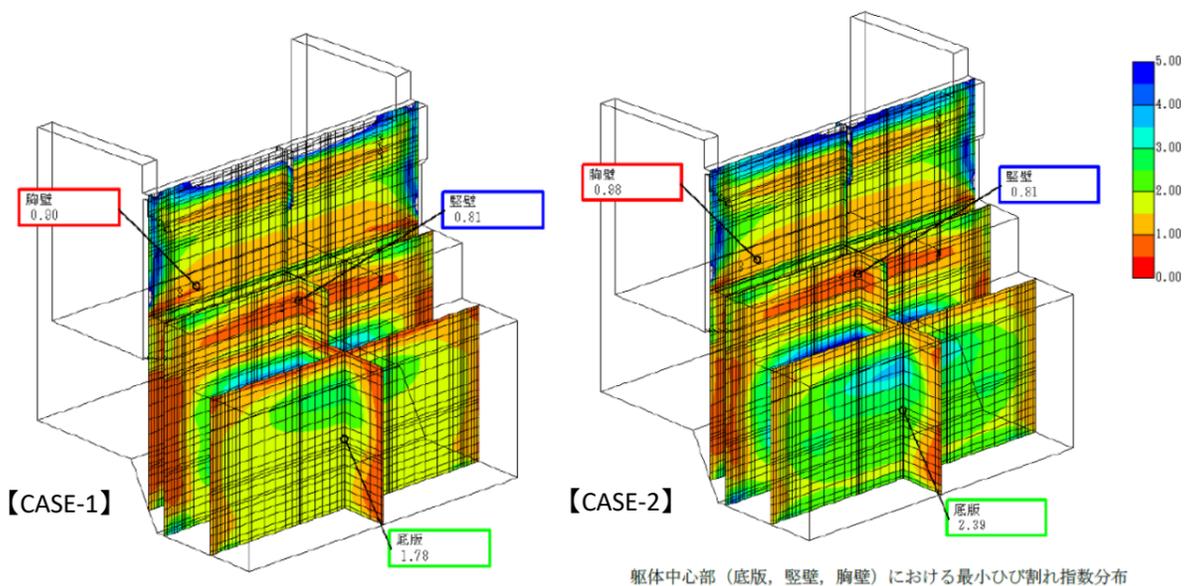
### 1) 温度応力解析 (3次元FEM解析)

躯体の施工に先立ち、本橋台をマスコンクリートと位置付け温度応力解を実施した。

表 2.1 検討ケース一覧

検討ケース	対策工
ケース 1	当初計画
ケース 2	普通セメント+養生変更

#### ① 躯体中心部 (底板、堅壁、胸壁) の照査



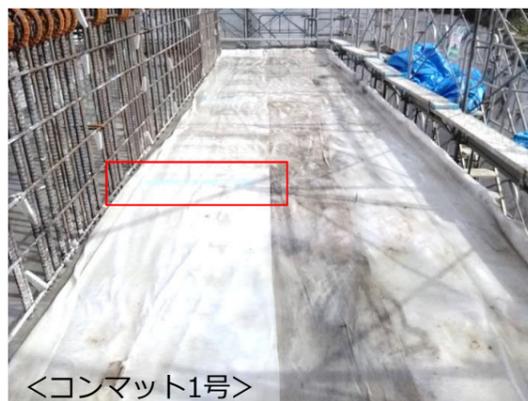
<ケース2>

- ・高炉セメントB種から普通セメントへの変更
- ・通常の散水養生からコンマット1号を用いた持続的湿潤養生へと変更

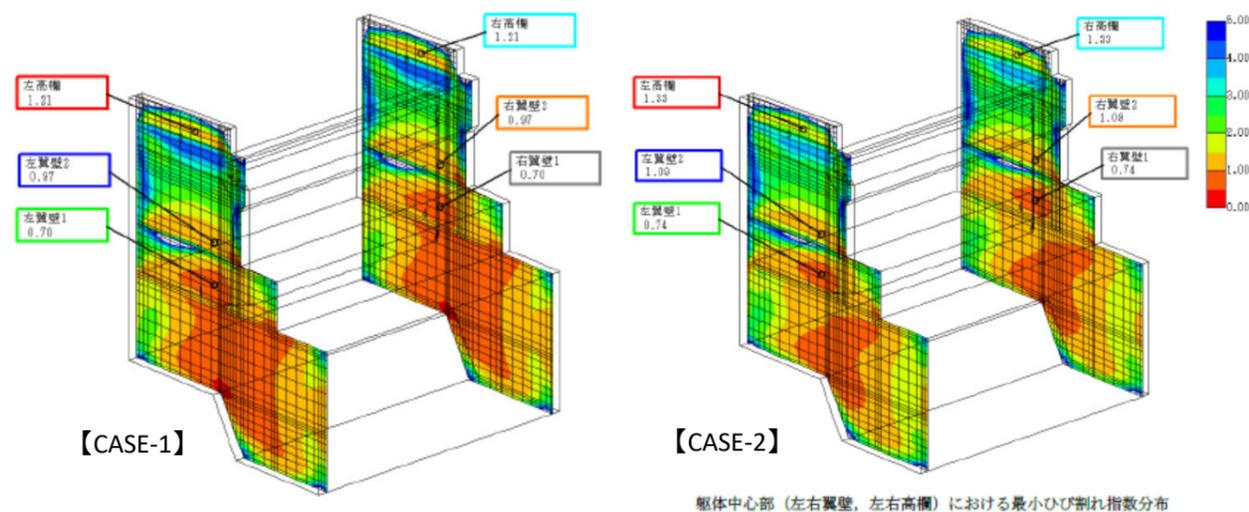
底版の指数はケース1で1.0を上回っていたが、ケース2で更に改善された。  
 堅壁は本対策では改善されなかったが、部位のボリュームが小さいため、全体をマットで保水させることで放熱効果を促すこととした。  
 また胸壁はケース2で0.98と1.0に近似する値まで指数を改善することができた。

※コンマット1号について

湿潤状態を可視化することで人的ミスによる乾燥を防止する。  
 湿潤状態であれば『養生中』と青く表示される。



#### ② 躯体中心部 (翼壁) の照査

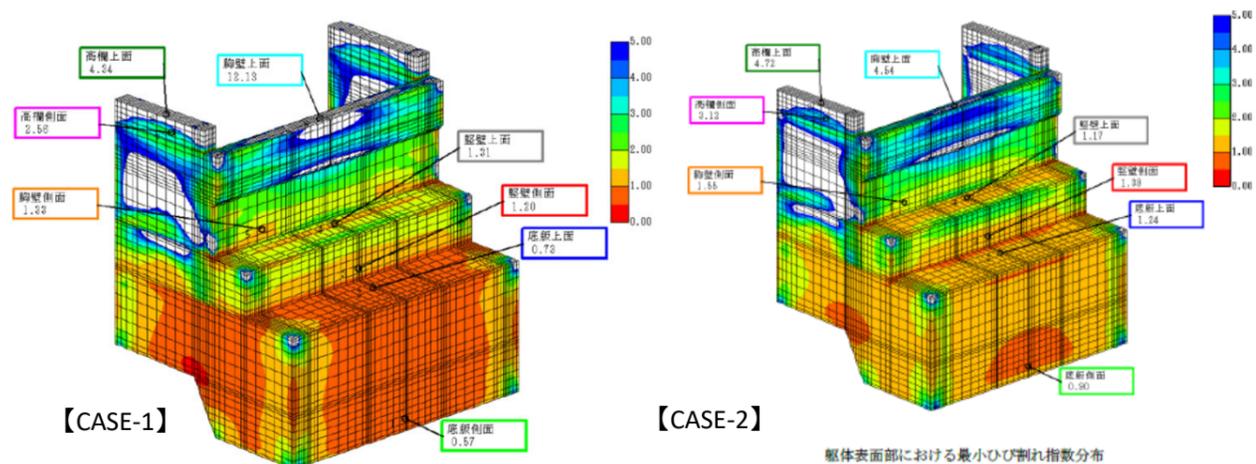


全体的に緩やかではあるが、改善されている。

ほとんどの場所で1.0を上回っているが、堅壁との接続部分のみ改善しない (0.74)

ここは乾燥収縮が生じた際に最も拘束が発生する場所であり、他の対策を講じても改善が困難な場所であった。よって、この場所については堅壁と同時に打設の関係上、同時に養生することとなるため、型枠の残置時間を最大限まで短縮し放熱効果を促進、部位全体を養生マットにて保水することで対策することとした。

#### ③ 躯体表面の照査



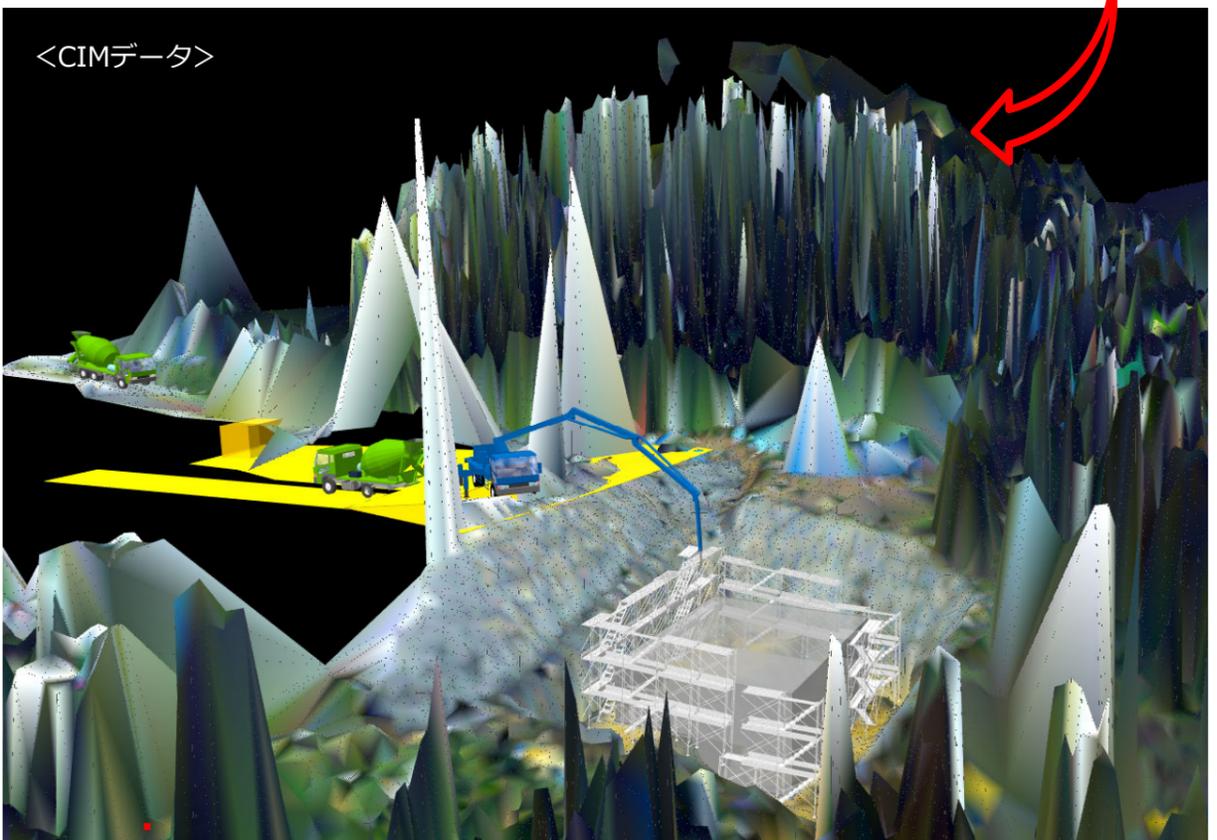
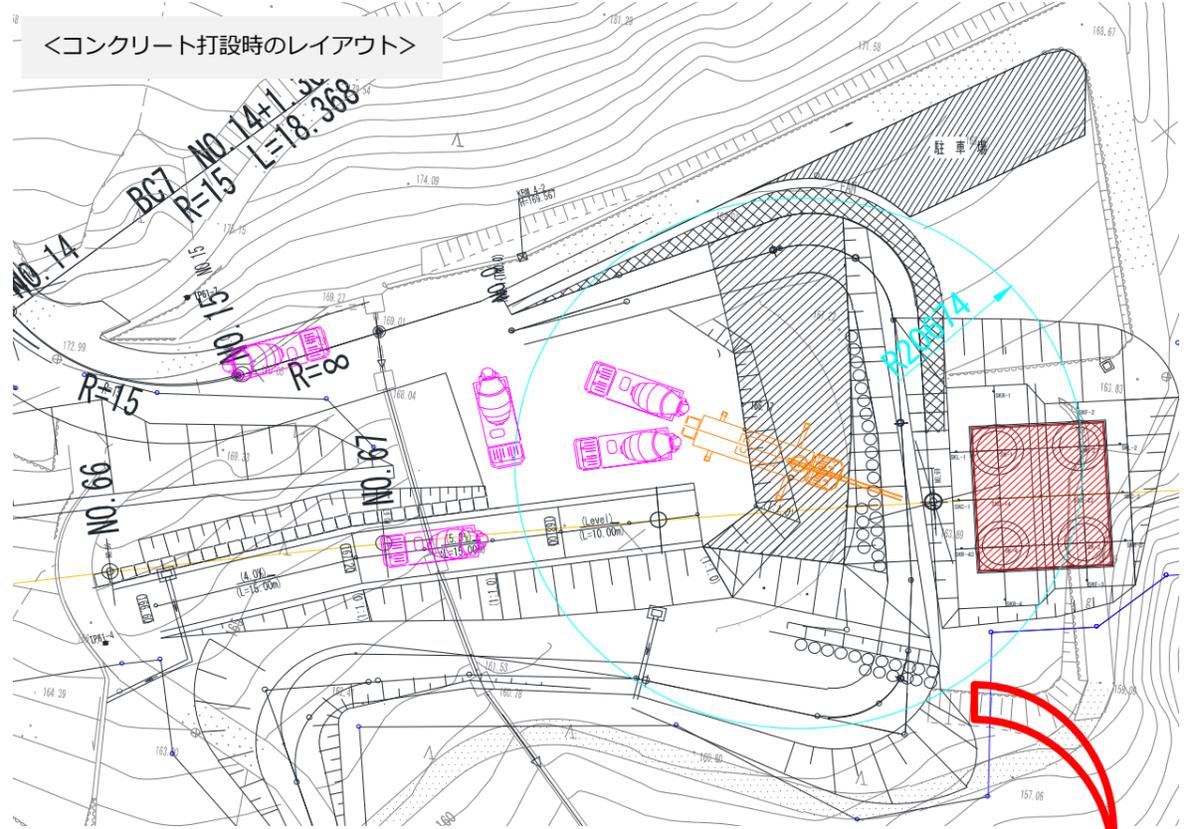
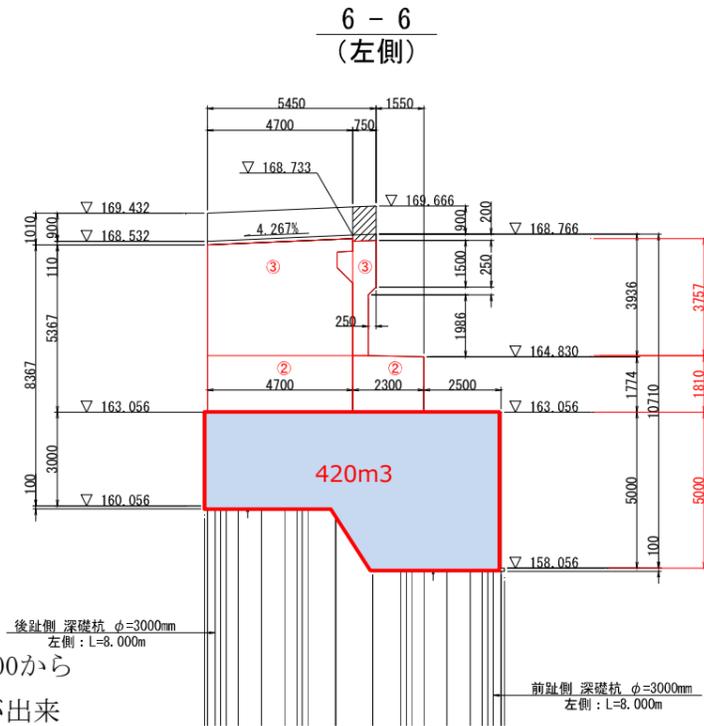
コンクリート表面についてはケース2で概ね1.0を上回っている。しかし底版前面の一部で0.9という解析結果が出た。この部分は乾燥収縮の影響を一般に受けやすい場所で、本躯体に限ることは無い。そこで、この部分には含侵型コンクリート表面養生材『コンクリックエース (NETIS : KT-110023-VE)』を使用することで、ひび割れの更なる防止対策とした。

2) リフト割と打設計画

各リフト共通の打設計画は右図の様に大型ポンプ車を拡張した作業ステージ上に設置しミキサー車を搬出入する。最大の難関は底版打設時の420m3を当日限りで打設を完了することが可能か否か。約100台のミキサー車の往来が可能か否か。

底版を2日に分けて打設することも検討したが、形状と配筋を考慮すると1日（1回）で打設すべきとの結論に至った。

結果、底版のコンクリート打設を午前8：00から開始し午後16：30に打設を完了することが出来たが最終の金コテ仕上げ等の表面処理が完了したのは午後11：00過ぎであった。



時間を要してしまっただが底版に不必要な打ち継ぎ目を作らず打設出来たことで躯体本体の長寿命化に対しマイナスな要素を排除することが出来たと考えている。

## 8. ICT技術の導入と活用

### 1) 導入のコンセプト

近年、i-Construction、BIM/CIMの活用を国土交通省が中心となり各発注者が推進している。それに基づき当社も稼働現場の約90%が何らかの形でICT技術を導入し活用している。そこで、当現場は施工範囲が限定的であるという特徴から選出したICT技術を導入し作業全体の効率化を『CompactOffice & SmartConstruction』をコンセプトに図った。

### 2) 通信網の構築

ICT技術を導入する上で必要不可欠なのが通信網である。最低でも4G以上の通信スピードを確保しなくては現在流通しているICT技術に対応できない。

しかし、現場は山岳地帯でありキャリアの電波が常時安定した状態で受信出来なかった。そこで、某社の電波を専用アンテナで受信し増幅器を通じて現場内に配布することとした。

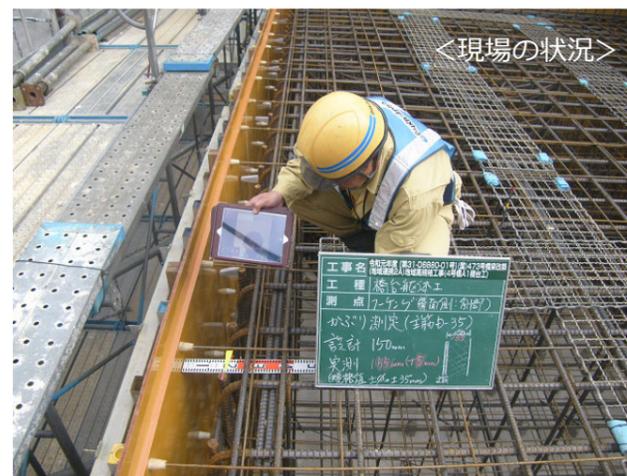


<コンセプト看板>



このシステム構成を実現するためにコアとなる事務所設備を現場近傍に設置する必要が不可欠であった。監督員と協議した結果、設置について快く承諾して下さった。

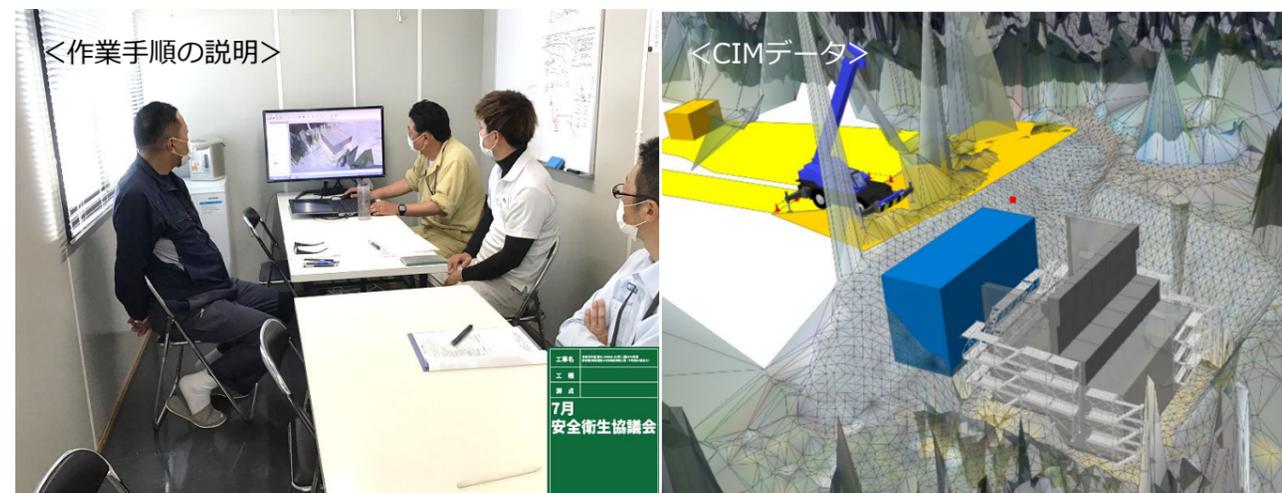
### 3) 遠隔地立会の実施



遠隔地立会を全段階確認のうち約30%について実施した。

### 4) CIMの活用

取得した点群データと躯体の3D設計データを使用しCIMデータを作成、各種説明や検討会に活用した。多種多様な職種の方々に現場を素早く理解して頂く事が出来た。



### 5) 電子書類の活用



発注者との書類のやり取りには静岡県情報共有システムを使用させて頂いた。また日常作成する点検表や工事日誌等についてはタブレット端末にて作成し現場事務所に設置されたサーバーに保管することで業務の効率化を図った。

昨今、電子書類の運用が増えるなか、外出先で内容を確認するためにはタブレット端末が必要不可欠である。

土木：工事日誌 (安全工事打合せ指示書)				元請確認欄				
工事名: 473号4号橋A1				橋田 池谷				
打合せ日	令和2年 10月 17日 (土)	作業日の天候						
作業日	令和2年 10月 20日 (火)	雨						
協力会社	職名	作業内容	安全指示	機械名	台数			
小原組	永江	足場の組立	立ち降下に入らないように作業すること		1			
伊藤工業	平野	足場の組立	立ち降下に入らないように作業すること		3			
山田	岡田	作業作業	足場の再確認を行うこと。		1			
指示受領サイン				永江	平野	山田	合計	5
作業前日の打合せ内容 (異議・保存等を含む)								
足場の組立を行う予定。 25Rを使用。								
計測機器の点検								
レベル	使用無し	トランシット	使用無し					
受入検査資料他 ※不合格の場合は、「検査結果指示書」に記入、処置								
品名(規格)	数量	使用場所	備考(業者名、不合格等)					
工程内検査 ※不合格の場合は、「検査結果指示書」に記入、処置								
工程	数量	施工箇所	備考(業者名、不合格等)					
作業結果の記録								
		(小原組・伊藤工業) 外周の足場組立完了。フーチング上の足場組立を開始。 (山田) 足場の組立作業						

## 9. 最後に

近年、土木分野におけるICT技術の導入と促進は年々その勢いを増し、今後は更に加速するだろう。

その反面、土木の基本的知識を習得することが少し疎かになってはいないだろうか。

『この土質なら〇割で切れば安定』、『この躯体はこの部位にひび割れが入る』、『ここはH300で大丈夫』等。

ICTの導入で技術が猛スピードで進化したとしても、それらのベースとなる物はやはり土木の基本的知識ではないだろうか。

ICT関連の新技术と土木の基礎知識を同時に習得して行くことは簡単なことではないが、これからの時代を生き抜くためには必要不可欠なことであり、今回切に感じた。

また、これは建設業界のみに限らず、全産業共通の課題なのではないかとも感じている。

最後に本工事の完成に対し多大なる協力を惜しみなくして下さった島田土木事務所工事第1課の皆様、本当にありがとうございました。

