

【本工事の施工方法】

本工事の施工フローを下記に示す。

施工フロー



①伐採工



②構造物撤去工



③削孔



④1次注入



⑤2次注入



⑥床掘



⑦ライナープレート設置



⑧補強リング設置



⑨切梁設置



⑩足場組立



⑪下地処理



⑫鉄筋組立



⑬型枠組立



⑭コンクリート打設



⑮足場解体



⑯埋戻し



⑰補強リング撤去



⑱ライナープレート撤去



⑲ブロック積工



⑳排水構造物工



㉑縁石工



㉒防護柵工



㉓舗装工



㉔区画線工

【課題点と対応策】

1. 隣接する河川の影響

(1) 課題点

①本工事の橋脚巻立て工では、GL-5.0m程度まで掘削の必要があったが、河川が隣接していることもあり地下水位がGL -1.0m程度と高く、巻立てを行う2橋脚（P279 右側柱・左側柱）で薬液注入による止水を行う設計であった。しかし、河川に隣接する箇所は狭隘であり、河川部のブロック積みがあるため、薬液注入をする設計となっていなかった。そのため、河川からの水が掘削面に流入するという懸念があり、検討を要した。

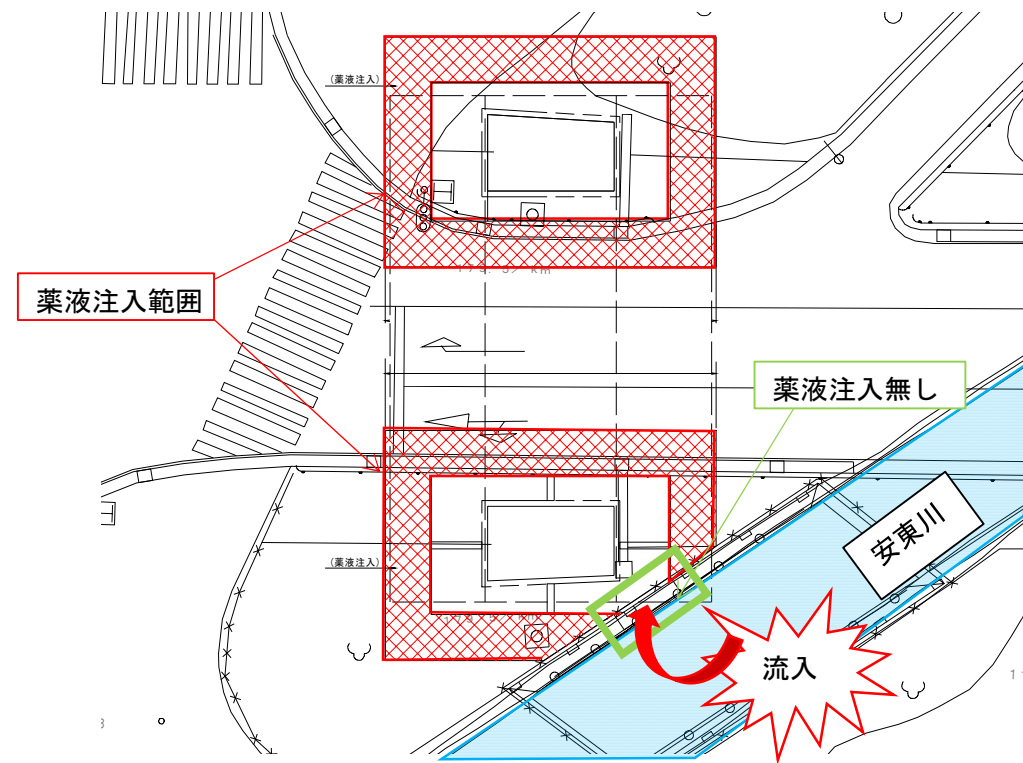


図4 当初薬液注入工範囲

②河川と隣接するため薬液注入をした際に注入材の河川への流出が考えられた。薬液注入工は二重管ダブルパッカー工法による注入で使用材料は下記の通りである。

1次注入 セメント系：セメント+ペントナイト

2次注入 水ガラス系：水ガラス+SLリアクター（希硫酸）

特に2次注入材は無色透明・無臭であり、SLリアクター（希硫酸）は強酸で劇物であった。万が一河川に流出してしまった場合に、下流に生息する生物の生態系などに影響が出る可能性が考えられたため流出防止の検討を要した。

1. 化学物質等及び製造者情報

化学物質等の名称	SLリアクターⅡ
製造者の名称	株式会社 油辰商店
住所	〒455-0027 名古屋市港区船見町57番地
電話番号	052-611-1468
FAX番号	052-611-7024

2. 危険有害性の要約

重要危険有害性および影響

危険性：爆発性、引火性いずれもないが、密閉容器内で硫酸によって鉄が侵され、水素が発生した場合は、引火、爆発の危険があり、また、有機物と接触すると発火の恐れがある。

有害性：皮膚に接触すると重度の薬傷を起こし、目に入れば失明することもある。飲み込んだ場合は死亡することもある。加熱した硫酸から出る蒸気を多量に吸入すると、上気道から肺組織の損傷を受けることがある。硫酸ミストまたは蒸気を繰り返し吸入すると慢性の上気道炎または気管支炎を起こすことがある。また、歯の表面の黒変や歯牙酸食症を起すこともある。

特有の危険有害性

劇物（毒物及び劇物取締法施行令）

腐食性物質（危険物船舶運送および貯蔵規則、港則法施行規則、航空法施行規則）

その他の有害性（安衛法特定化学物質等障害予防規則 第3類物質）

図5 SLリアクターSDS（抜粋）



幅0.7m程度

写真1 施工箇所狭隘部



ブロック積み

写真2 河川部ブロック積み



写真3 注入材pH測定（pH1.8）

上記①②より、河川からの水の流入対策、河川への注入材の流出防止対策が必要であった。

(2) 対応策

①河川からの水の流入防止対策

隣接する河川からの水を防止するために、河川に隣接する箇所薬液注入を検討した。掘削・土留の位置を変更、河川部のブロック積みを撤去し、土嚢による瀬替えを行うことで薬液注入箇所を確保することができ、薬液注入による止水を行うことができた。
また、薬液注入効果確認として試薬（ライトレッド）による色素判別法にて行った。ライトレッドを掘削面に散布し、初色のオレンジから赤に変化したため、薬液の浸透が確認された。薬液注入材の確実な浸透、固結により掘削面への水の流入を防ぐことができた。

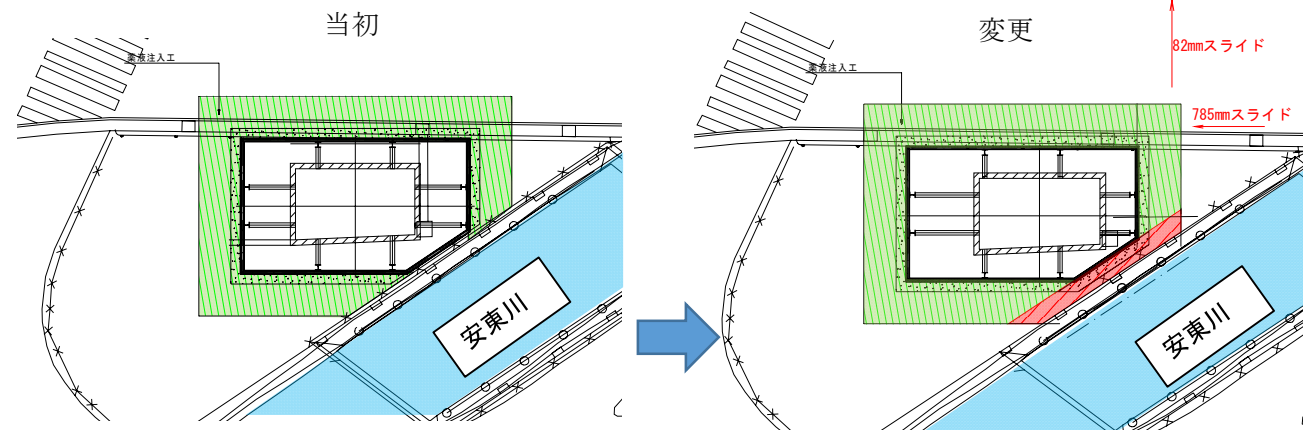


図6 変更薬液注入工範囲

②河川への流出防止

②-1 河川部の1次注入材の変更

下記に本工事で採用した、2重管ダブルパッカー工法の施工手順を示す。

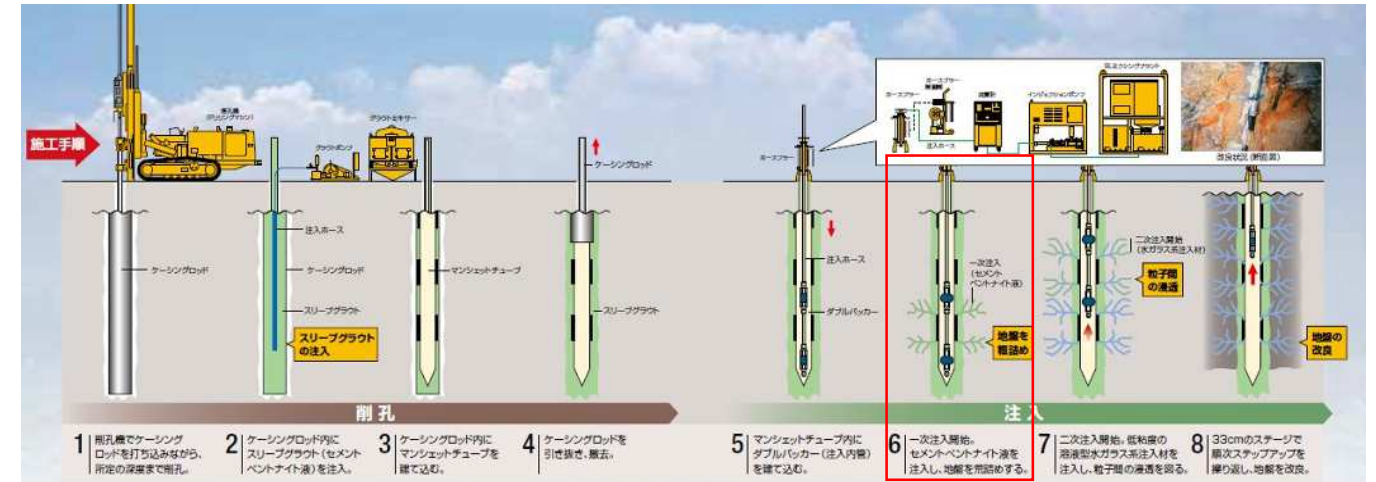


図7 2重管ダブルパッカー工法手順（施工業者HPより）

1次注入は水みちや空隙の粗詰めをし、改良対象地盤を均質化することで二次注入材の逸走を防ぎかつ地下水による希釈を防止することが目的である。当初設計では前述の通り1次注入はセメント系であり、固結するまでに時間要する。固結するまでの間に河川への流出が考えられることから1次注入材の変更を検討した。

河川部の1次注入材をセメント系（緩結材）から水ガラス系（瞬結材）へと変更することで、注入材の河川への流出防止を図った。水ガラス系の瞬結材はゲルタイム1～3秒程度であり、地山内で瞬時に固結するため、河川へ流出することなく1次注入の目的である空隙充填を終えることができた。



写真4 薬液注入 変更範囲



写真5 注入材浸透確認（色素判別法）



写真6 河川部1次注入（瞬結材）状況



写真7 瞬結材ゲルタイム測定 2.1秒

②-2 土嚢による仮締切の実施

前述の通り、2次注入材のリアクターは劇物で無色透明であったため、万が一流出してしまった際に確認することが困難であった。

そこで河川内に土嚢による仮締切を実施した。1日2回（午前・午後各1回）仮締切内のpH測定を行い、中性範囲内（pH5.8～8.6）であることを確認することで注入材流出の有無を評価した。また、注入材を食紅で着色することで目視による確認ができようにした。さらには、仮締切内に水中ポンプを設置し、万が一流出してしまった際の仮締切内で止まるよう対策を行った。結果として注入材が河川へ流出することはなかった。劇物を使っているという意識を持つことで、常に緊張感をもって作業に取り組むことができ、無事故無災害へつながった。



写真8 仮締切・水中ポンプ設置



写真9 仮締切内pH測定



写真10 食紅による着色（黄色）



写真11 食紅による着色（黄色）



写真12 仮締切・水中ポンプ設置

2. 住宅密集地での施工

(1) 課題点

本工事の施工箇所は住宅が近隣に密集しており、工事に伴う交通規制や、騒音等が発生してしまうため、次の課題があった。

①隣接する側道は上下線で3車線あったが、当初設計の位置で0.45m³バックホウを使用し掘削を行うと、側道の幅員を確保することが困難であり、隣接する側道はスクールバスの往来も多いため、最低でも片側3.25mの幅員は確保しなければならなかった。また、掘削範囲内に信号柱などの支障物があったため、掘削・土留めの位置の検討を要した。

②橋脚巻立て時の下地処理をウォータージェット工法にて行うため、バイパスの高架下で音が反響するという地理的条件も相まって、大きな騒音が発生してしまうことが予想されたため、騒音対策の検討を要した。

③本工事左柱側は施工ヤードが狭隘で、現況の歩道部を施工ヤードとする必要があり歩行者及び自転車の安全を確保するために、仮設通路の検討を要した。



図8 現場位置図

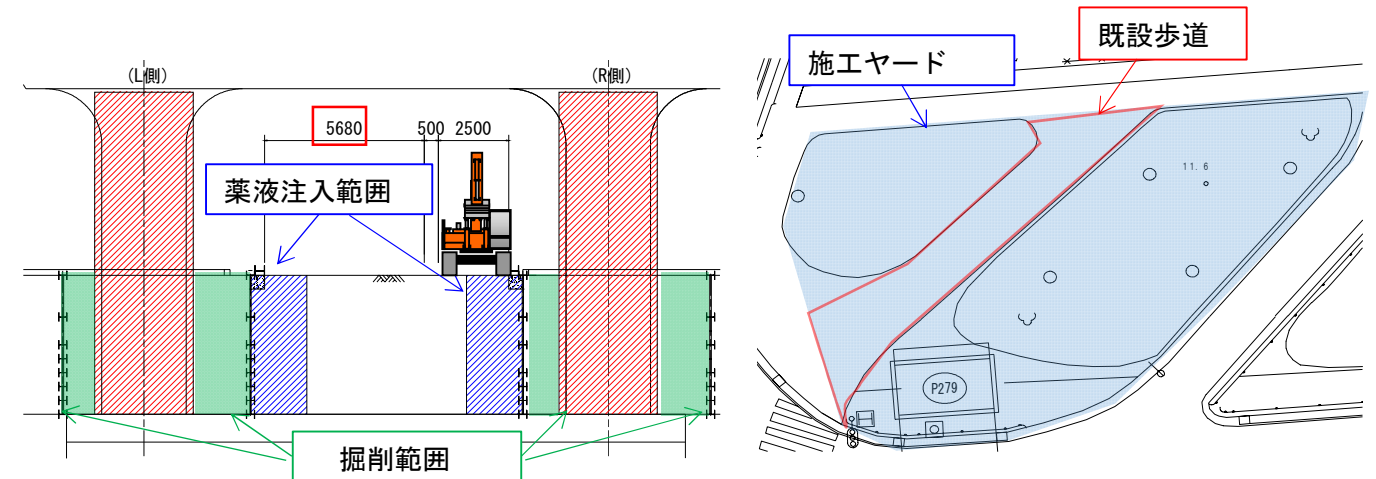


図9 当初設計での掘削時の幅員

図10 左柱側施工ヤード

(2) 対応策

①位置の変更による側道の幅員の確保

前述の対応策①で述べたように、掘削・土留め位置を変更することで、側道の幅員確保の検討をした。

- ・支障物（信号柱、照明柱、埋設物）が支障とならない
- ・側道幅員片側3.25mが確保できる
- ・河川部における薬液注入を追加できる

上記3点をクリアできる位置へと変更することで、側道の幅員を確保をした。

結果としてスクールバス等の大型車もスムーズに通行することができ、交通渋滞を引き起こすことなく、作業を終了することができた。

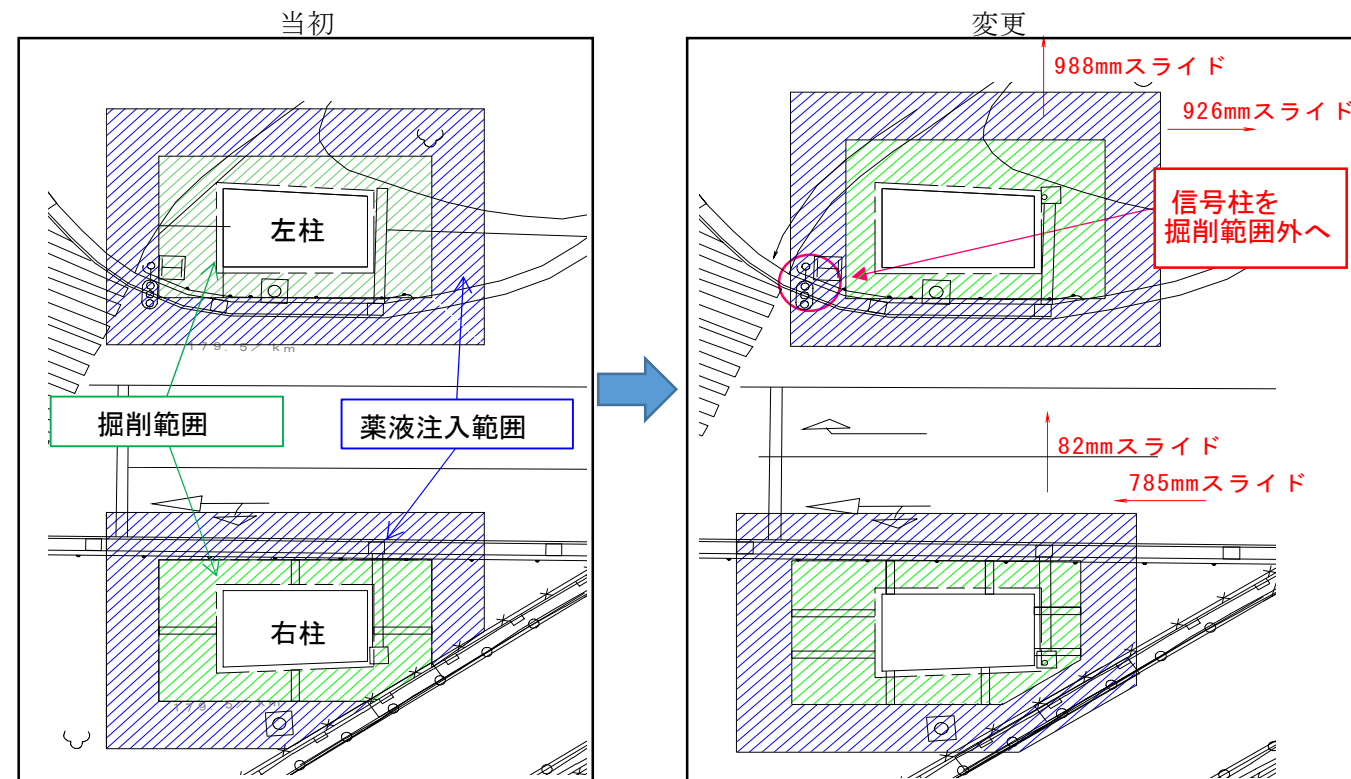


図11 掘削・土留め位置変更

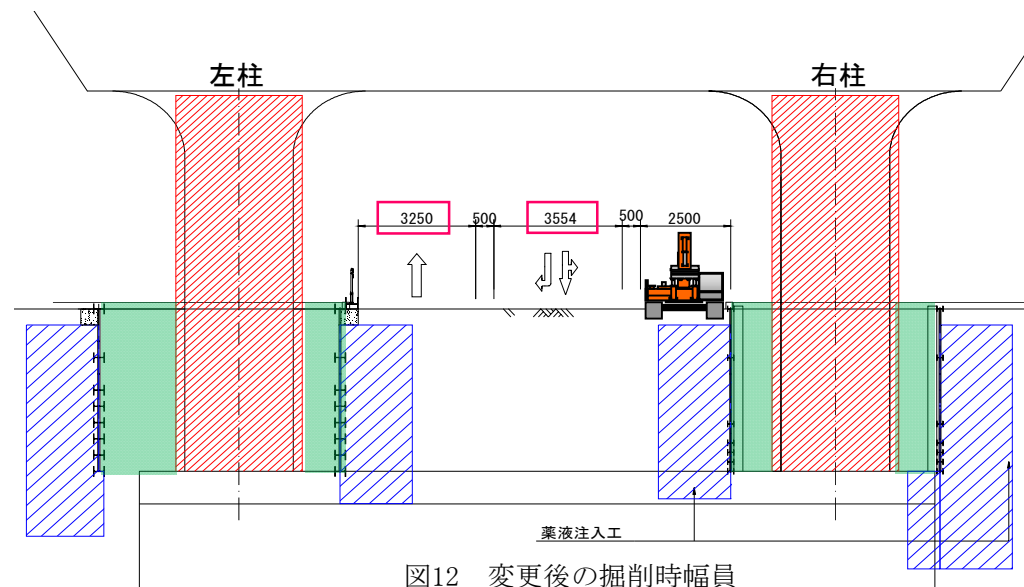


図12 変更後の掘削時幅員

②足場への防音シートの設置

橋脚巻立て工におけるウォータージェット工法等による足場内の騒音対策として防音シートの設置を検討した。

足場の組み立て後に、防音シートを全面に設置することでウォータージェットによる下地処理等の足場内作業で発生する騒音を低減することができ、近隣住民の方々のトラブルなく施工することができた。



写真13 防音シートの設置



写真14 防音シートの設置

③仮設通路の設置

歩行者の安全を確保するために、歩道の切り回しを検討した。

現況の歩道は、高校生の通学ルートとなっておりスピードを出した自転車が通行することが多い箇所であった。当初は①のルートで歩行者迂回の予定であったが、合流部分の視認性が悪く、自転車や歩行者やの接触事故が懸念された。そのため施工ヤード内の一部を歩行者通路とし、より視認性の良い②のルートで仮設歩道の切り回しを行うこととした。接触の恐れがある端部は、蓄光スプレーにて着色し、夜間の視認性の向上を図った。

結果として歩道内における自転車、歩行者の接触事故等なく完成することができた。

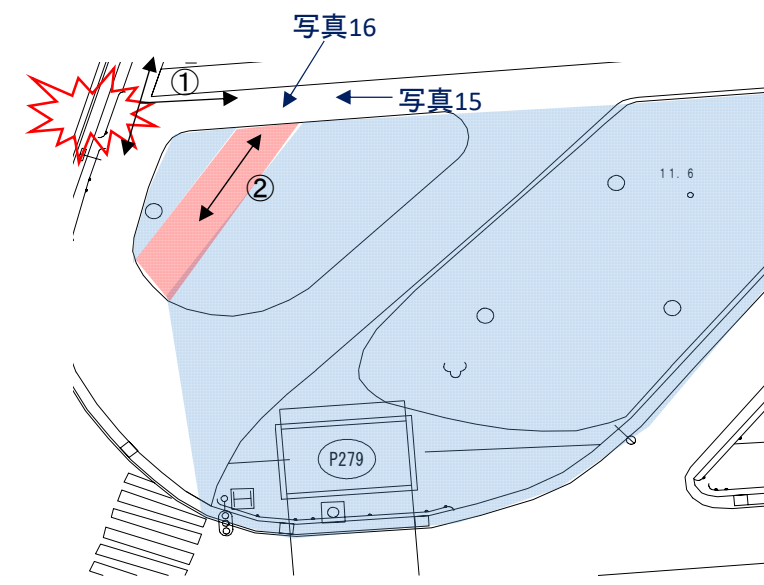


図13 変更後の掘削時幅員



写真15 仮設通路の設置



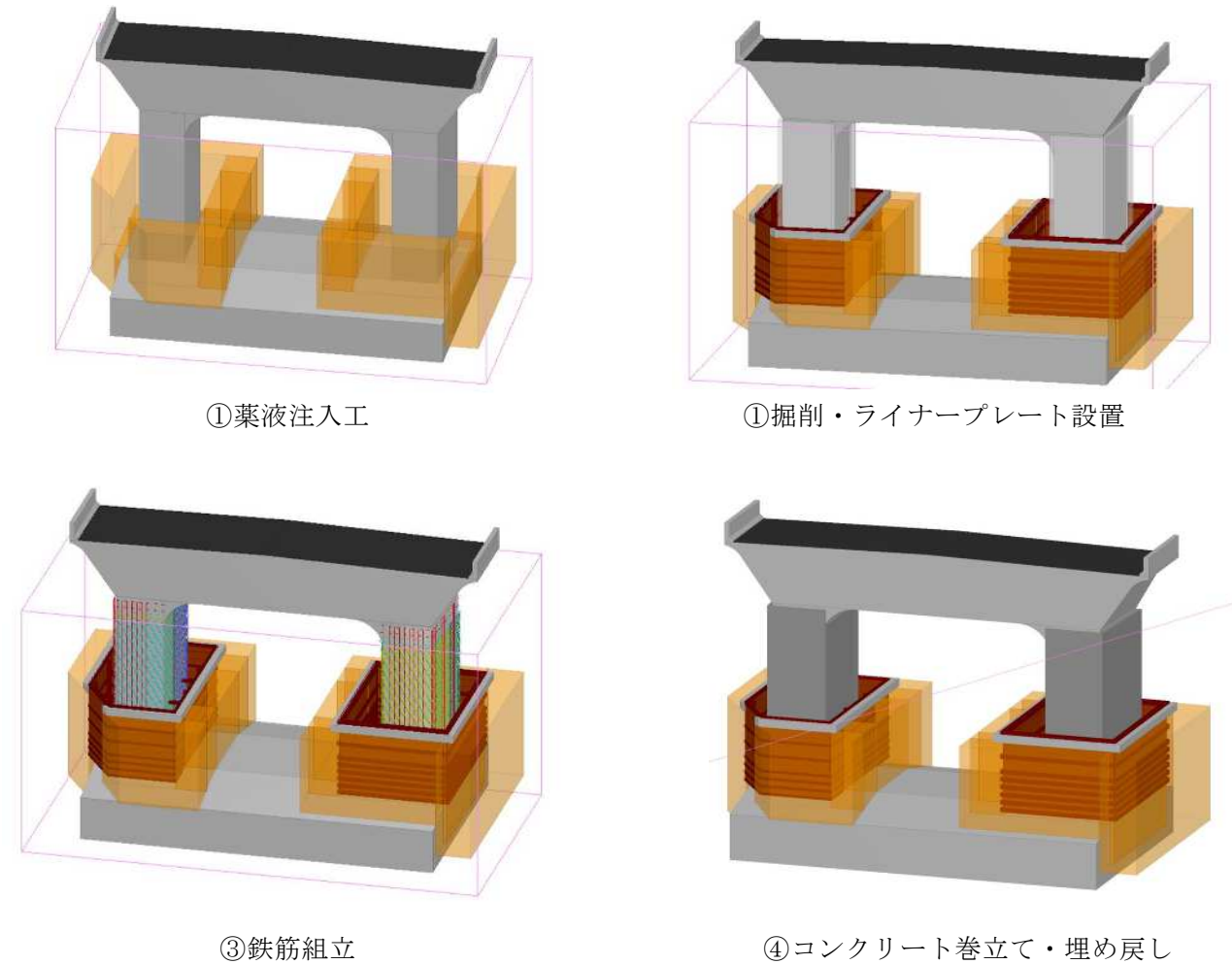
写真16 蓄光スプレーの塗布

【現場で実施した工夫】

(1) 3次元モデルの作成

本工事開始時に3次元モデルを作成し、施工上の問題点の抽出や新規入場時の工事内容の把握として活用した。結果として設計照査時に見える化を図ることによって、橋脚巻き立て時の鉄筋の干渉や土留め・仮締切工における問題点を抽出し、スムーズに発注者側と共有することができた。下記に3次元データを活用した施工フローと設計照査の内容を示す。

① 施工フロー



② 3次元データを用いた設計照査

②-1 土留め・仮締切工における最下段補強リングについて

ライナープレート最下段の補強リング（H形鋼）の半分が床付面に食い込む形状となっているが本工事では、フーチングが床付面であり不可能である。また食込み分を上方へ移動した場合でも最下段の補強リング（H形鋼）を入れ込む事は不可能であった。そこで土圧によるそり返し防止処置をするために、最下段の補強リング（H形鋼）を内側に設置することでそり返し防止とした。

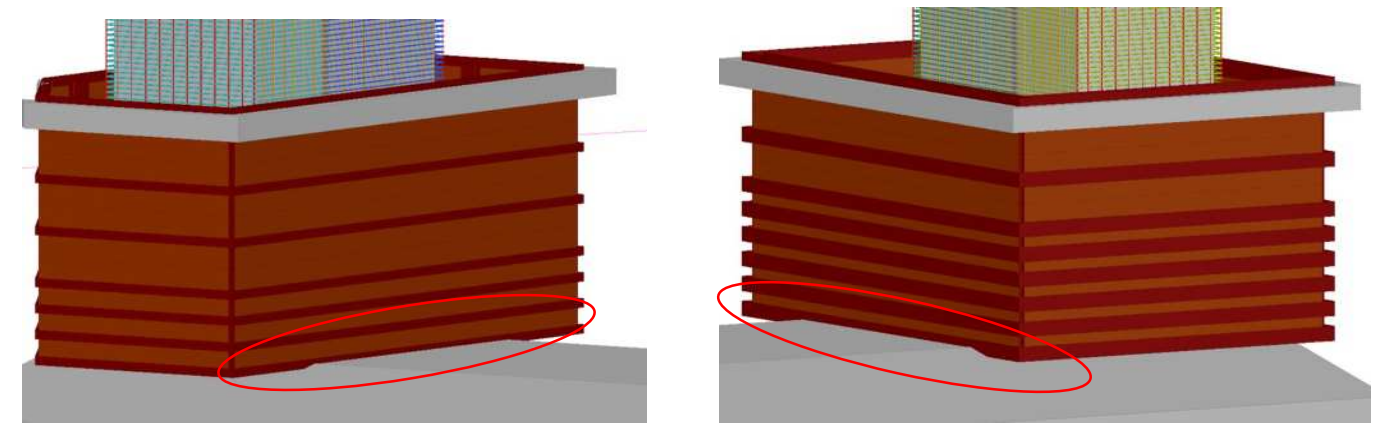


図14 フーチングと最下段補強リングの干渉

②-2 鉄筋の干渉

3次元データから橋脚巻き立て工の鉄筋組立において、機械式継手が縦筋に干渉すること、また機械式継ぎ手が同一断面にあり、芋継手となっていることが判明した。2次元であるCAD図面だけでは、細部まで把握することが困難な場合もあり、組み立てる途中で鉄筋が干渉することが判明する場合もある。3次元化することで細部まで確認することができ、継ぎ手位置をずらすことによって施工途中での手戻りなく作業することができた。

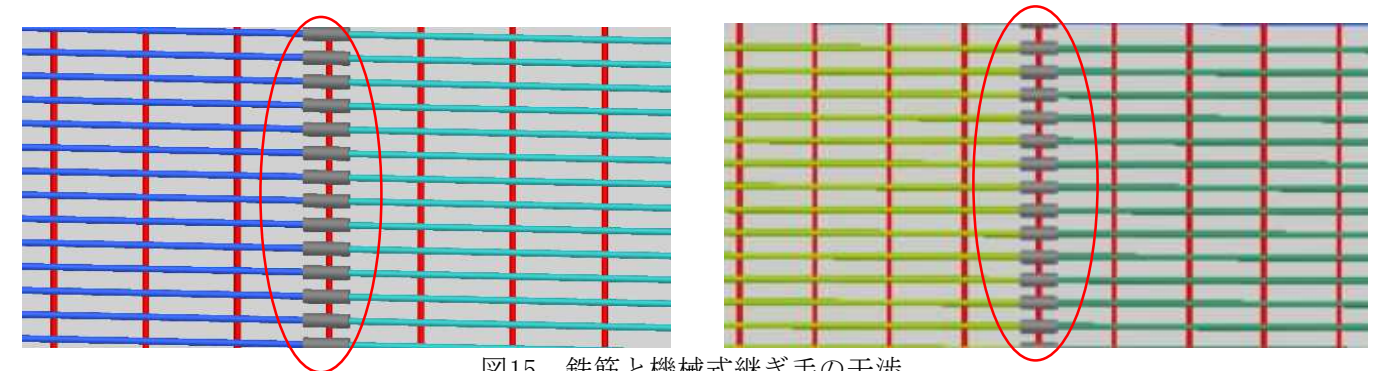


図15 鉄筋と機械式継ぎ手の干渉

②-3 鉄筋と切梁の干渉

3次元データから右側柱において土留め工の切梁が支障となるため切梁より下の帯鉄筋の建て込みができないことが判明した。切梁を減らすことやなくすることは構造計算上できなかったため、切梁より下に配置される帯鉄筋を分割し、継ぎ手位置を増やすことで対応した。

結果として継ぎ手の数が増え多少の手間はかかったものの、スムーズに鉄筋の組み立てをすることができた。

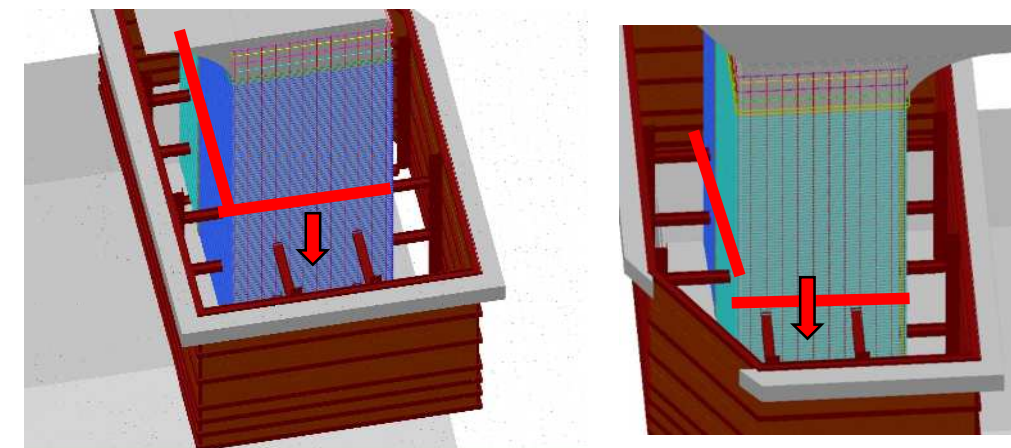


図16 鉄筋と切梁の干渉

【現場で実施した工夫】

(2) 消防署による安全教育訓練の実施

薬液注入材に使用するSLリアクター（希硫酸）は特定化学物質で劇物である。また消防法上、消防への届け出が必要な材料であった。そこで千代田消防署職員の方を招き危険性や応急処置方法等について安全教育訓練を実施した。応急処置方法についてはSDS記載の通りに行う事や意識が無いときの蘇生法（AED、心臓マッサージ）について指導していただいた。万が一の事は薬液注入工時に発生しなかったが、今後に繋がる非常に良い訓練となった。



写真17 流出時出動訓練（防護服用用）



写真18 安全教育訓練実施状況



写真19 心臓マッサージ実施

(3) 災害備蓄品の常備

災害時の支援対策として緊急・災害備蓄品を現場事務所に設置した。また、地域住民の方が災害時利用できるよう工事お知らせ時に周知、公衆向け看板を設置した。ボックス内には救援救護資材のほか、食料・水・災害用物資が備蓄されている。本工事中は災害がなかったので使用することはなかったが、災害時に支援する体制を保つことができた。また周辺住民のイメージ向上にも繋がり苦情等無く施工を完了できた。



写真20 災害備蓄品の整備



写真21 公衆向け看板



写真22 災害備蓄品内容

(4) 地域説明会の実施

本工事の交通規制や、工事内容について地域住民の方々に理解してもらうため、近隣住宅へ工事のお知らせの配布をした。紙だけではわかりにくいというお言葉をいただいたため、より詳細に工事について理解してもらえるよう、地域の会合に参加し工事説明を行った。工事の趣旨や交通規制内容などの説明し、地域住民の方々に工事について理解をしてもらうことでトラブルなく施工をすることができた。



写真23 工事説明会の実施

【おわりに】

今回の工事では河川に隣接する場所で様々な制約があり工期も厳しい中、無事故無災害で完成することができました。薬液注入で使用した劇物のように扱い方を間違えると大災害につながる作業を経験し、自身の仕事に責任を持つということの重要性を感じたこと、様々な施工方法の提案し実施できたことは技術者として大きな経験になりました。最後にご協力頂いた協力会社の方々、発注者である静岡国道事務所の皆様のご理解があつての今回の工事でありました。心より感謝申し上げます。



着手前



完成