

第38回(一社)静岡県建設業協会 建設もの創り大賞 土木部門
令和元年度 三遠道路7号橋下部工事



目次

1. はじめに
2. 工事概要
3. 施工における問題点
4. 問題点克服のための対策
5. 品質・安全・周辺環境への配慮
6. おわりに

1. はじめに

三遠道路は、三遠南信自動車道の一部を構成するもので奥三河・北遠州地域への高速交通サービスの提供、沿線地域開発及び地域交流の支援を図るものである。(図-1)特に北遠地域(佐久間、水窪)は浜松市中心部とを結ぶ国道152号の自然災害による通行止めが後を絶たず、迂回ルートも無いことから脆弱なネットワークとなっている。そのため供用されている浜松いなさ北IC～鳳来峡IC(平成24年開通)、東栄IC～佐久間川合IC(平成31年開通)を結ぶ当該工事を含む整備中区間について早期の供用開始が望まれている。

2. 工事概要

工事名：令和元年度 三遠道路7号橋下部工事

工事場所：愛知県新城市川合 地内

工期：令和2年1月15日～令和3年2月26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

工事内容：	道路土工	1式	
	RC橋脚工	1基	
	— 深礎工(7号橋P3橋脚)	1基	問題点(1)
	— 橋脚躯体工(7号橋P3橋脚)	1基	
	仮設工	1式	問題点(2)
	仮橋工(8号橋P2橋脚)	1式	
	法覆護岸工	1式	



図-1 三遠南信道路 概要図(三遠道路、佐久間道路区)



図-2 完成予想図(鳳来峡IC～1号トンネル間)

3. 施工における問題点

本工事を行うにあたり問題が2点挙げられた。

問題点 (1) 深礎工における岩盤掘削

P3橋脚の基礎は大口径深礎工である。(φ9000 L=12.000m) (図-3) 設計では発破による岩盤掘削が計画されていた。しかしP3橋脚は浅井平集落に近接しており、発破を行う際、退避が必要な半径100m以内に11軒の家屋が存在している。(図-4) 対象となる住民へ発破の同意についての是非を確認したがその都度退避するという条件に難色を示され発破の同意を得ることはできなかった。そのため発破の代替となる岩盤掘削工法を検討する必要が生じた。

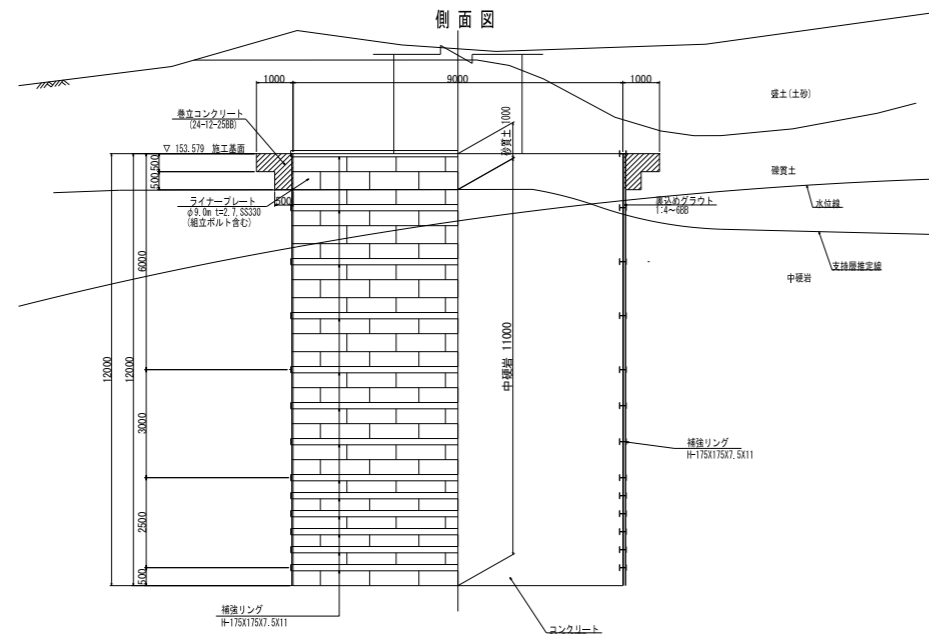


図-3 深礎工構造図

問題点 (2) 急峻な崖地への仮橋架設

8号橋P2橋脚を構築するための仮橋(図-5)は当初本工事には含まれていなかった。しかし三遠道路事業全体の進捗を鑑みた場合、本工事で仮橋施工を行うことで後発工事が遅滞なく着手できるとの判断から施工を行うこととなった。当該施工箇所(写真-1)は伐採こそ終わっているものの仮橋の杭を打つ法面には根株が残った状態であった。また既に補強土壁盛土など構造物が既に施工されているため、仮橋施工は全て盛土突縁から施工することを余儀なくされた。

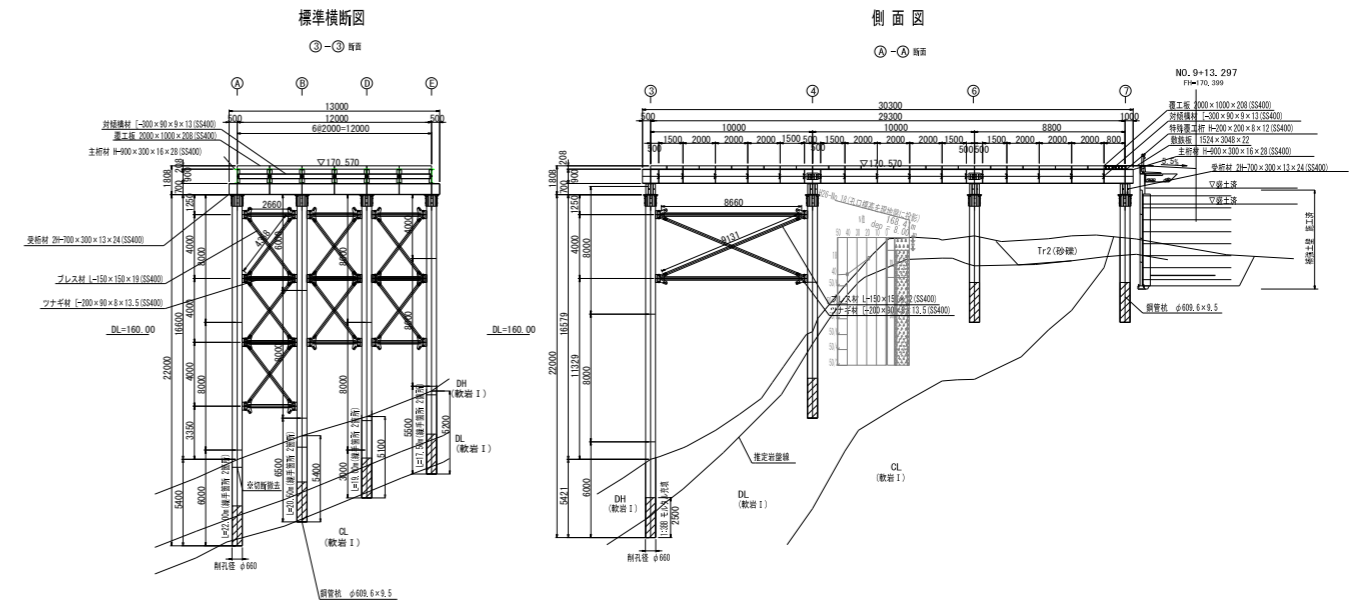


図-5 仮橋構造図

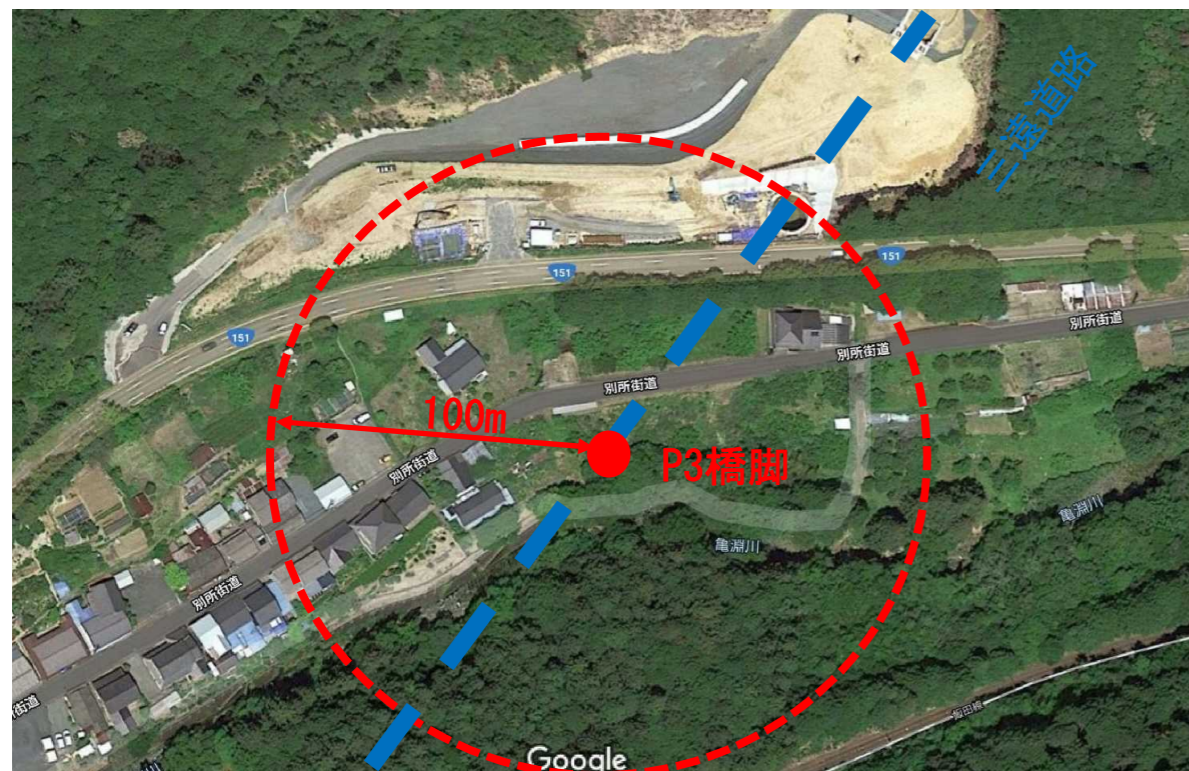


図-4 発破影響範囲



写真-1 仮橋施工箇所

4. 問題点克服のための対策

(1) 深礎工における岩盤掘削

(1) -1 . 岩盤掘削の工法検討

地元住民から発破の同意が得られなかったため、火薬類取締法に縛られる火薬を使用しての発破は行うことはできない。そのため代替工法として

- ①油圧ブレイカーによる破碎
- ②静的破碎剤による破碎
- ③非火薬破碎剤による破碎

上記、3工法について検討を行った。

①の油圧ブレイカーによる破碎について、汎用性の高い機械であり特殊な免許等も不必要である。しかし岩種および岩盤の状態によっては、破碎の効率が著しく低下する。ボーリング調査の結果から岩種の確認はできるが詳細な岩盤の状況を把握することは難しい。新鮮で亀裂の少ない岩盤が現れた場合、小型の油圧ブレイカー（0.1~0.2m3級）では破碎が不可能になる可能性がある。また作業中は連続して打撃音・振動が発生することから住居に近い本工事では使用時間を極力減らす必要があると考える。

②の静的破碎剤（写真-2）による破碎は生石灰と水との反応により発生する膨張圧により岩盤を破碎する。取扱いに資格等も必要無く、また装薬のための穿孔時以外、騒音・振動も発生しない。しかし膨張破碎に時間を要する（2~24時間）ことから作業効率が低下すると考える。

③の非火薬破碎剤（写真-3）はテルミット反応による膨張圧により岩盤を破碎するものである。火薬を用いる発破と同様の手順で破碎がおこなえ、火薬を使用していないことから火薬類取締法は適用されない。破碎力は火薬と比較し小さいが、発生する振動は火薬の1/6程度に抑えることができる。

以上より、効率的かつ周辺環境への影響を低減するため、油圧ブレイカーによる破碎が困難である岩盤は非火薬破碎剤で破碎し、それ以外を油圧ブレイカーにて施工するという①案と③案を組合せた方法で施工することとした。



写真-4 装薬孔穿孔状況



写真-5 非火薬破碎剤装薬状況



写真-6 防爆養生状況



写真-7 破碎時周辺監視人配置



写真-2 静的破碎剤 (参考)



写真-3 非火薬破碎剤

(1) -2 . 施工結果

非火薬破碎剤による破碎は火薬類取締法に縛られることは無いが、内容的には火薬類を用いた発破と変わらないため、地元への周知および防爆養生等は発破同様に行った。

油圧ブレイカーによる破碎と組み合わせることで効率よく岩盤掘削が行うことが可能となった。発破による岩盤掘削では0.5m/日程度を見込んでいたが、遜色ない進捗で掘削を進めることができた。また破碎にともない発生する騒音・振動も極力抑制することができ、周辺住民からの苦情も無く終了することができた。

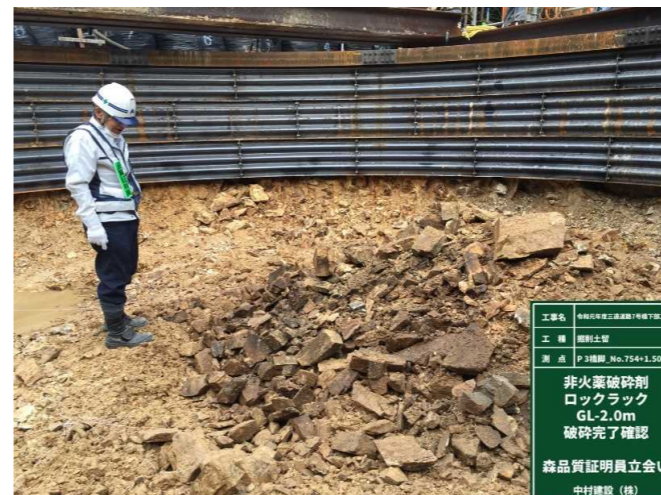


写真-8 破碎完了



写真-9 ブレイカー併用による掘削

4. 問題点克服のための対策

問題点 (2) 急峻な崖地への仮橋架設

仮橋施工は7号橋と8号橋の間の土工区間を利用して行う。従前国道151号から亀淵川を隔てた山林であったが前工事にて国道151号からアクセスできるよう亀淵川に仮設棧橋が設けられ、工事用道路が整備されていた。工事用道路ではあるが将来三遠道路の管理用道路として使用する目的であるため管理用道路の完成形で盛土（補強土壁盛土）や排水構造物が施工されており（写真-10、11）前述のとおり、仮橋施工箇所へのアプローチは盛土された工事用道路突縁に限られることから、自ずから仮橋は張出架設となり法面の抜根等準備作業も全て人力とクレーンを用いての作業に限られる。また後発の工事へ11月には引き渡さなければならないことから作業工程が準備工も含め3ヶ月程度と短期間で施工する必要が生じた。



写真-10 工事用道路



写真-11 補強土壁盛土突縁部（仮橋施

(2) -1 . 支障となる法面根株の撤去

法面に残置された根株については測量を行い、支持杭に干渉する根株のみ必要最低限度で撤去することとした。人力で掘りあげた根株（写真-12）を盛土突縁に据付けたホイールクレーン（写真-13）にて揚重するが必要な作業半径をカバーできるブーム長と吊荷が重量の判断が難しい根株であることから機種選定には苦慮した。経験者の意見を聞きつつ現場の状況を踏まえ60t吊ホイールクレーンにて施工を行った。



写真-12 根株人力除去



写真-13 クレーンによる根株揚重作業

(2) -2 . 仮橋工法選定

仮橋については工期を短縮するため「Sq cピア杭頭キャップ工法」を採用した。（写真-14）「Sq cピア杭頭キャップ工法」とは

- ①支持杭に鋼管を使用することで支持杭の数量を減らすことができる。
- ②専用の「杭等キャップ」を杭頭にかぶせボルトで固定、上部工と連結するため、従来工法と比較し短縮できる。（写真-15）
- ③本工法では支柱補強材（水平継材・斜材）に「ワンタッチ伸縮梁」を使用する。これは支柱接続部分に伸縮調整部材を用いることで支柱補強材の加工寸法を画一化、工場加工することで現場での加工が大幅に削減できる。また平坦なヤードで組立・連結してクレーンで吊り降ろすことで高所での作業時間を短縮することができる。（写真-16）また接続は鋼管杭との接続部分に限られるため、ゴンドラを使用して安全に行える。（写真-17）

以上の観点より安全性の向上と工程の短縮が期待できると考えた。



写真-14 Sq cピア杭頭キャップ工法による張出架設状況



写真-15 杭頭キャップへ受桁設置



写真-16 支柱補強材吊込状況



写真-17 支柱補強材取付状況

(2) -3 . 施工結果

「杭頭キャップ」および「ワンタッチ伸縮梁」により杭頭処理、支柱補強材取付に要する時間を大幅に短縮、7月中旬に準備工に着手し9月下旬には仮橋の工事を終えることができた。また高所作業も安全に行え満足のできる結果となった。

5. 品質・安全・周辺環境への配慮

(5) -1. 品質への配慮

①コンクリートのひび割れ対策

7号橋P3橋脚は橋軸方向幅3.5m、橋軸直角方向幅6.5mであることからマスコンクリートに該当する。高さ約21mの橋脚を4回の打設リフトで施工するため、打継いだコンクリート下端が下のコンクリートに拘束されることによる温度ひび割れ発生が懸念された。当該橋脚は上方部分を上部工工事で他社が施工するため、一般的な配合にて3次元FEMによる温度応力解析を行った。(表-1) 配合強度は27kN、ケース1は高炉セメント、ケース2は普通セメントを使用した場合である。どちらの配合もひび割れ指数は目標の1.00を下回るものの、ひび割れ幅の検討において想定されるひび割れ幅は0.2mm以下であり部材の要求性能を満足しているがひび割れ指数で有利な普通セメントを採用することとした。

表 4.5 検討結果一覧 (ケース1)

部 位	当初計画		最大ひび割れ幅の推定	
	ひび割れ指数	判定結果 1.00 以上	ひび割れ幅	判定結果 0.2 mm 以下
柱 1	1.30	OK		
柱 2 (下部)	0.70	NG	0.139 mm	OK
柱 2 (中間部)	0.78	NG	0.000 mm	OK
柱 3	1.19	OK		
柱 4 (下部)	0.74	NG	0.124 mm	OK
柱 4 (中間部)	0.81	NG	0.000 mm	OK

表 4.6 検討結果一覧 (ケース2)

部 位	配合変更		最大ひび割れ幅の推定	
	ひび割れ指数	判定結果 1.00 以上	ひび割れ幅	判定結果 0.2 mm 以下
柱 1	1.34	OK		
柱 2 (下部)	0.79	NG	0.113 mm	OK
柱 2 (中間部)	0.96	NG	0.000 mm	OK
柱 3	1.42	OK		
柱 4 (下部)	0.84	NG	0.122 mm	OK
柱 4 (中間部)	0.99	NG	0.000 mm	OK

表-1 温度応力解析によるひび割れ発生検討の結果

型枠の残置期間は14日以上を基本とした。3ロット、4ロット目の打設は12月になるため、気温が0℃を下回ることが予測されたため足場外周をシートで覆い、練炭とジェットヒーターにて保温した。また脱型後は速やかにコンクリート表面に収縮低減被養生被膜剤を塗布し急激な乾燥収縮を防いだ。

②柱帯鉄筋配筋の工夫

7号橋P3橋脚は柱状橋脚で柱の断面は上から下まで一定である。そのため主筋配筋後、帯鉄筋は地上で組立、専用の吊り治具でまとめてクレーンにて吊込み配筋を行った。(写真-18、19) これにより足場上での作業が大幅に減らせ安全性と施工性が共に向上、工程短縮に繋げることができた。



写真-18 吊り治具による帯鉄筋吊込状況



写真-19 帯鉄筋吊込・配筋状況

(5) -2. 安全衛生への配慮

①新型コロナウイルス対策

本工事は新型コロナウイルス感染症のまん延が顕著になった令和2年3月に着工した。そのため感染症対策として朝礼前の検温を実施、危険予知活動表へ体温を記録させ管理した。(写真-20) また朝礼は朝礼広場の2m間隔の目印を目安にソーシャルディスタンスで行った。(写真-21)

社内の連絡・調整には業務用LINE「LINEWORKS」を活用し、対面による打合せ回数を減らした。

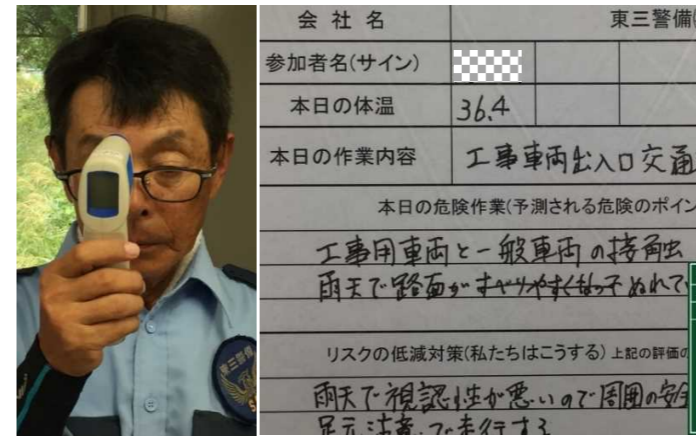


写真-20 毎朝の検温、記録



写真-21 朝礼状況
(ソーシャルディスタンス)

②転落・墜落災害の防止対策

8号橋仮橋は張出架設であるためその性質上通常の足場を設けることができない。そのため移動と杭頭処理の作業は架台足場を、支柱補強材の取付は「ワンタッチ伸縮梁」を使用することでゴンドラでの作業となり安全かつ効率的な高所作業を行うことができた。(写真-22)



写真-22 架台足場とゴンドラによる施工



写真-23 携帯型風速計による計測

③飛来・落下災害の防止対策

クレーンによる揚重作業では吹流しの設置に加え、携帯型風速計にて作業箇所直近の風速を計測、確認を行った。(写真-23)

また吊荷警報器と三色介錯ロープをセットで使用することで、安全な玉掛け・吊荷作業を行った。

5. 品質・安全・周辺環境への配慮

(5) -3. 周辺環境への配慮

7号橋P3橋脚は川合浅井平、8号橋仮橋も川合中貝津の集落と近接している。岩盤掘削やダウンザホール工法で発生する騒音・振動により、周辺住民の生活環境への影響が懸念された。また宇蓮川支流亀淵川がすぐそばを流れているため河川汚濁防止など自然環境への配慮も必要とされた。

騒音・振動対策として、事前に周辺住民へ周知と協力を仰ぐとともに作業時は騒音・振動の測定を行い基準値以下であることを確認した。(写真-24、25) またP3橋脚深礎工は前述のとおり騒音・振動に配慮した工法での施工、8号橋仮橋では作業効率は落ちるもののダウンザホールに使用するコンプレッサの出力を50%に絞り作業を行った。



写真-24 岩盤破碎時の騒音・振動計測状況



写真-25 ダウンザホール施工時の近隣家屋内騒音計測状況

亀淵川は年間を通し、アユ・アマゴ・ウナギなどの放流を行っている。亀淵川の漁業権を管轄する宇蓮川漁業組合と打合せを行い、夏期遊漁期間の作業見合わせなどの調整を行った。また河川の汚濁防止のため現場からの排水は一旦沈砂池に集め、上澄みを水槽にて無機系凝集剤で汚濁処理してから川へ放流した。(写真-26) また法面から土砂が流出しないよう土砂止め柵を設けるとともに河川内にシルトフェンスを設置し汚濁水が流出しないよう対策を行った。(写真-27)



写真-26 無機系凝集沈殿剤による濁水処理



写真-27 土砂止め柵・シルトフェンス



写真-28 7号橋P3橋脚 全景



写真-29 8号橋仮橋 全景

6. おわりに

本件のように大規模な建設事業では、多くの工事がそれぞれ完成に向け日夜労を惜しまず努力を重ねている。それらは密接に関わっておりひとつの工事のトラブルや進捗の遅れは他工区への影響、ひいては事業全体に影響を及ぼしかねない。そのため地域住民の方々とのコミュニケーションを欠かさず、また他社および協力会社との連絡調整・連携を密に行うことを念頭に工事を進めた。結果、事故を起こすことなく余裕をもって工事を完成、次の工事にバトンを渡せて三遠道路事業に貢献することができたと感じる。