

論文・報告

狭小ヤードでの PC 中空床版橋施工方法の工夫

PC Hollow Slab Bridge Construction in Narrow Yard

徳井 伶音 *1
TOKUI Reon好田 武史 *2
KODA Takeshi藤原 敏晃 *3
FUJIWARA Toshiaki

山田高架橋は、徳島県南部を縦断する一般国道 55 号（牟岐バイパス）の一部であり、3 径間連続中空床版橋である。本橋は、牟岐町内の中心部に位置しており、周辺には住宅地や店舗、大型病院などが近接している。また、施工ヤードは橋体幅程度であり、公道（県道・町道）や私道が横断しているため、資機材の搬入や保管方法、揚重機設置ヤードの確保が課題となった。

本稿では、狭小ヤードにおける施工方法の工夫や 3 次元技術を用いた支保工計画の検討について報告する。また、コンクリートの供給能力や周辺環境に配慮した施工区分や打込み時の工夫について報告する。

キーワード：狭小ヤード、3 次元 CAD による支保工計画、分割施工

1. はじめに

本橋は、一般国道55号（牟岐バイパス）の一部で、3 径間連続PC中空床版橋を構築するものである。本橋の施工箇所は、牟岐町内の中心部に位置しており、施工箇所の両側を民地（宅地跡）と営業店舗で挟まれた狭隘な立地条件であるため、施工箇所への資材搬入ルートや資材保管場所の確保、および重機設置ヤードの確保が課題となった（図1）。

本稿では、狭小ヤードでの施工方法の工夫や、複雑な地形および条件に対応した支保工計画の検討、施工区分の検討と打込み時の工夫について報告する。



図1 橋梁位置

出典：国土交通省四国地方整備局

徳島河川国道事務所ホームページ

(<http://www.skr.mlit.go.jp/Tokushima/>)

2. 橋梁概要

本工事の橋梁概要を以下に示す（図2、図3）。

工 事 名：令和3-4年度 山田高架橋上部
A1-P3 工事

工事場所：徳島県海部郡牟岐町大字中村字
杉谷地先

発 注 者：国土交通省 四国地方整備局
橋梁緒元

形 式：C3 径間連続中空床版橋

橋 長：96.000 m

支 間 長：31.000 m + 32.000 m + 31.025 m

有効幅員：10.271 m ~ 7.890 m

縦断勾配：0.300 % ~ 2.775 %

横断勾配：4.000 % ~ 1.500 %

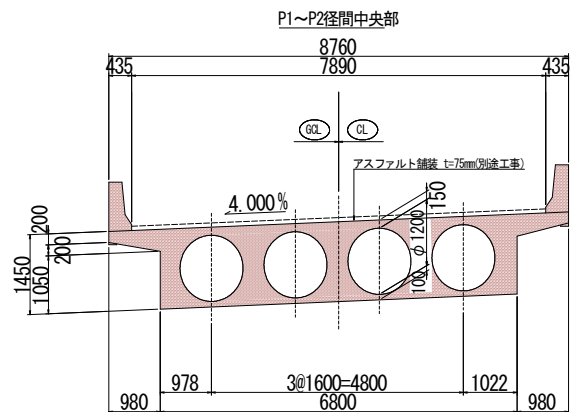


図2 全体一般図（断面）

*1 川田建設㈱大阪支店工事事務課

*2 川田建設㈱大阪支店工事事務課 担当工事長

*3 川田建設㈱大阪支店技術部技術課 課長

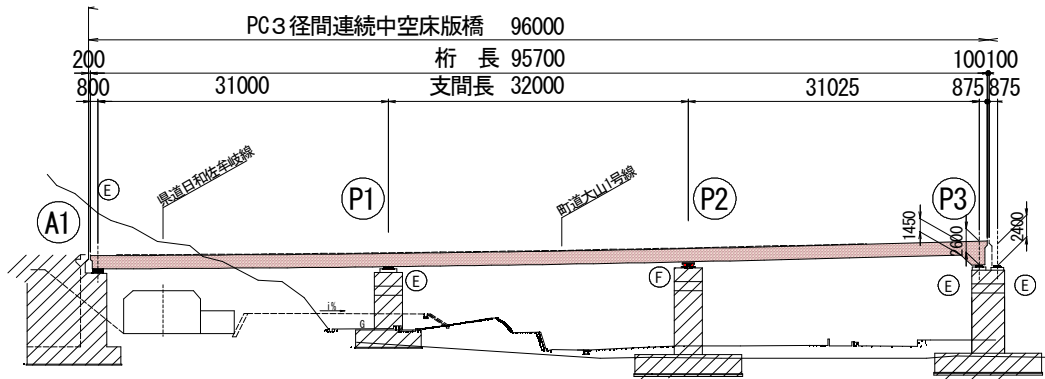


図3 全体一般図（側面）

3. 資材供給ヤードの確保

本橋は、架橋地点で直接橋桁を作る「場所打ち工法」で行うため、支保工設置区間以外の場所に揚重機スペース等を確保して、資機材を施工位置に供給する必要がある。施工区間内、A1-P1径間は、A1橋台背面が本線の土工区間となるため、揚重機の設置が可能であり、資機材を供給することができたが、P1-P2径間およびP2-P3径間は横断道路や店舗等が隣接しているため、揚重機の設置が困難であった（図4）。

P1-P2径間は、町道および私道と交差しており、官用地（徳島県）と隣接している。このため、官用地の使用許可を取得した上で、存置された盛土の撤去を行い、揚重機の設置スペースを確保した。

また、資機材の搬入は、通勤・通学時間帯を避けた時間帯「9:00～16:00」に町道の全面通行止めを行い、限られた時間内に実施した。P1-P2径間は、搬入した

材料の仮置き場がないため、A1-P1径間の支保工を先行して組み立てることでステージを設け、資材仮置き場として活用した（図5）。

P2-P3径間は、全長にわたって営業店舗用地（駐車場含む）と近接していたため、代替用地を確保した上で借地交渉を行い、揚重機と工事用車両のスペースを確保した。また、本線を挟んだ反対側の民地を一時的に借地することで資機材の仮置き場所を確保した（図6）。

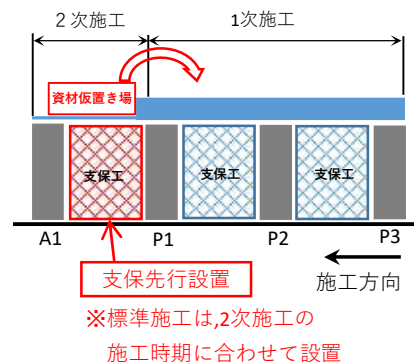


図5 支保工先行組立イメージ図

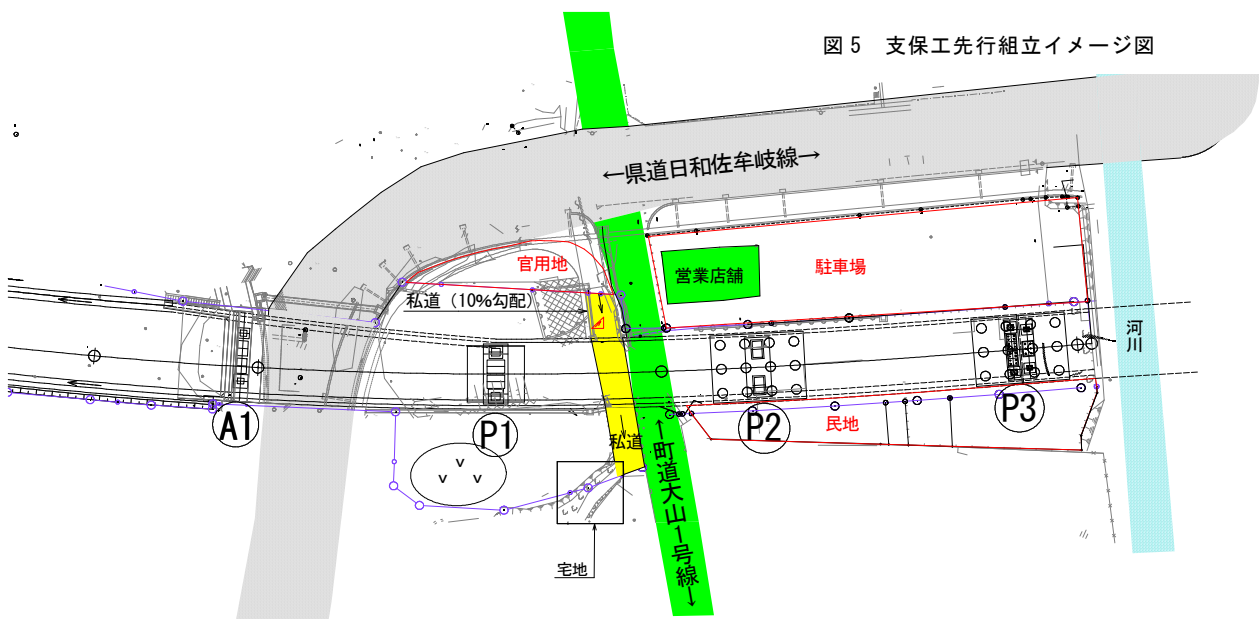


図4 全体平面図（施工前）

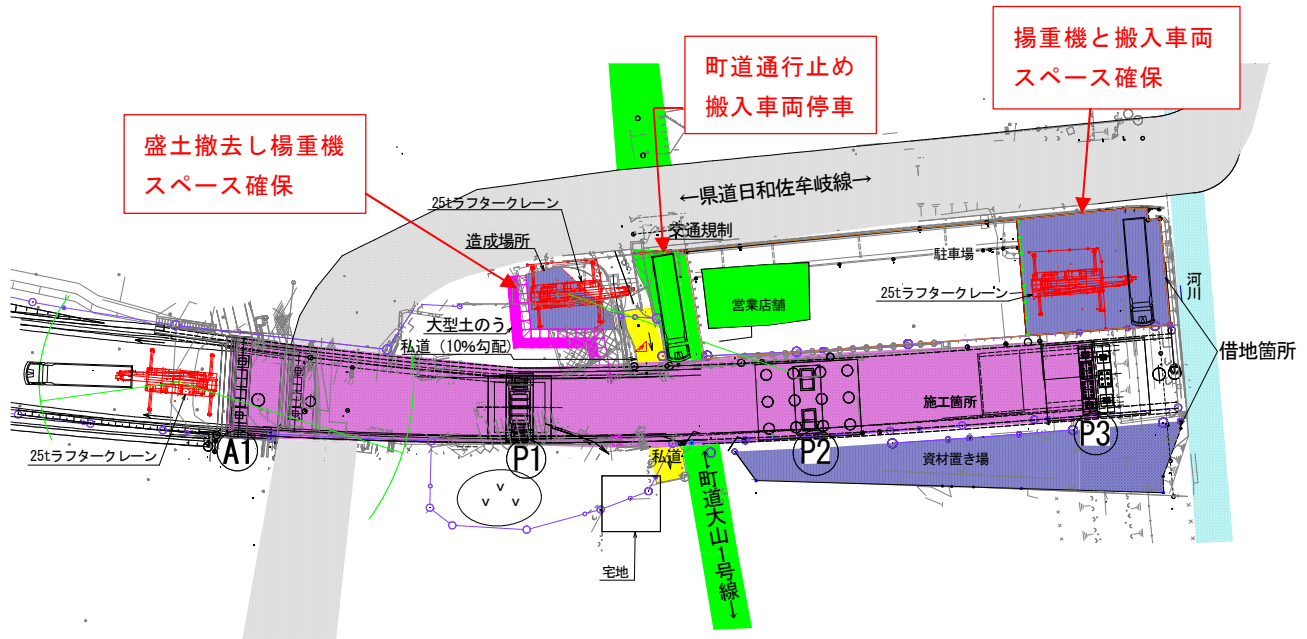


図6 全体平面図（施工中）

4. 支保工組立の工夫

支保工形式として、交差道路部は「支柱支保工+くさび結合支保工」を採用し、標準部は「くさび結合支保工」を採用した。P1-P2径間は、町道および私道が並行して横断しており、私道（写真1）は約10%縦断勾配を有していたため、桁下空間の確保や勾配に沿った支柱配置（写真2）など、3次元的な支保工形状を立案する必要があった。そこで、3Dレーザースキャナを用いた3次元測量（写真3）により、詳細な地形情報（点群データ）を取得し、3次元で描いた支保工図を重ね合わせて検証することで、実際の地形に合致した支保工計画を立案することが出来た（図7、図8）。また、3次元化することで町道や私道の桁下空間を事前に可視化でき、私道を使用する住民への説明や作業前打合わせの資料として活用することができた（写真4）。



写真2 勾配に沿った支柱配置



写真1 私道（10%勾配）



写真3 3次元測量状況

5. 施工区分の検討

当初計画では、橋体を2分割（1次施工区間：511 m³、2次施工区間：225 m³）して施工することになっていたが、生コン工場の出荷能力が50 m³/hであったため、1次施工区間では打込み開始から完了までに10時間以上の時間を要することが判明した。1次施工区間は、町道を通り止めてコンクリートポンプ車を据付ける必要があったが、許可条件時間内に施工を完了することは不可能であった。また、町道の通り止めを回避しても、通勤・通学時間帯に大型車両が往来することとなり、公衆災害のリスクが高まることが予想された。そのため、1次施工区間に新たに施工目地を設け、2回に分割して施工することとした（図9）。新設した施工目地は、水和熱や外気温の影響による温度応力ひび割れが生じるおそれがあったため、3次元FEM温度応力解析を実施し、補強筋の必要性について検討した。解析結果により、1次施工区間に新たに設けた施工目地の張出床版先端部付近に、ひび割れ指数が1.0を下回る橋軸方向の引張応力を生じるが、ひび割れ幅を0.2 mm以下に制御できる鉄筋量が既設鉄筋で配置されていることを確認した（図10、図11）。解析に基づく必要鉄筋の追加は不要であったが、道路橋示方書「H29年版：17.9-(7)-3」に規定される新旧打継目付近に対する用心鉄筋として、スターラップ並びに直角方向筋を既設鉄筋の倍ピッチとなる125 mm間隔で目地部を挟んで前後500 mm区間に配置した。加えて、新設コンクリート側に耐アルカリ性ガラス繊維製のひび割れ低減用ネット「ハイパーネット60」を設置しひび割れの抑制を図った（写真5）。また、新旧コンクリートの打込み間隔を1週間以内とし、乾燥収縮の影響が少なくなるように配慮した。以上により、分割施工目地部のひび割れ発生を抑制することができた。

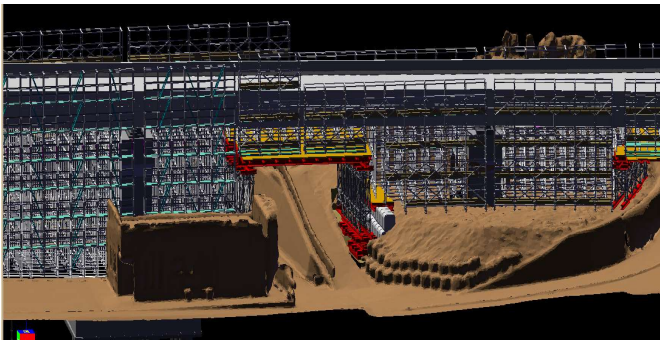


図7 全体 3D 支保工図

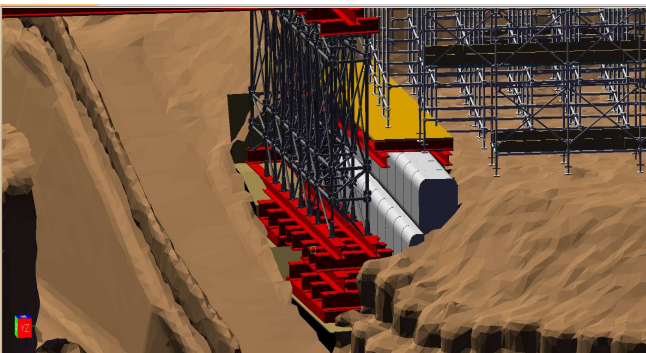


図8 勾配に沿った支柱配置図



写真4 作業前打合わせ状況（3D図面使用）

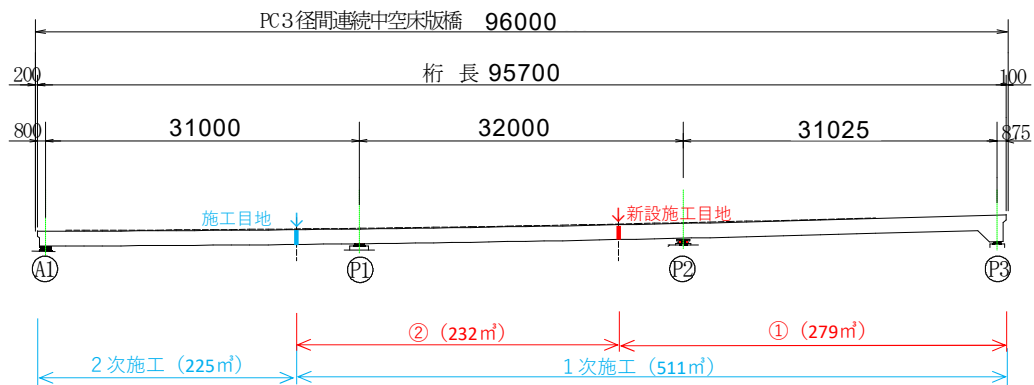


図9 打設区分割図

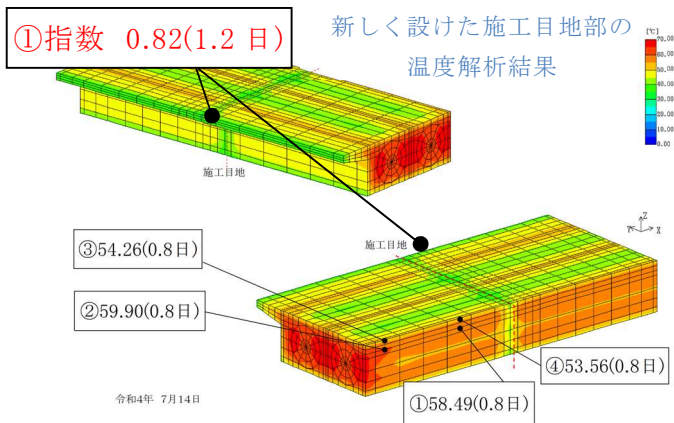


図 10 温度解析結果（新設施工目地部）

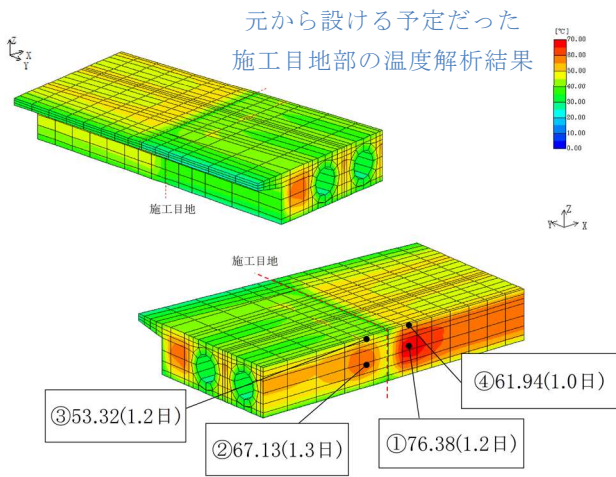


図 11 温度解析結果（既設施工目地部）



写真 5 ハイパーネット設置状況

6. コンクリート打設時の工夫

本橋は、主版（高さ 1 450 mm、底版幅 6 800 mm）に円筒型枠を縦列配置（ $\phi 1\ 200\ \text{mm} \times 4$ 列）する構造である。従来、コンクリート打込み時の円筒型枠下面への充填確認は、床版上から目視確認を行っていた。その場合鉄筋やシースが視線障害となり充填確認が不十分となる恐れがあった（図 12）。そのため、目視確認が困難となる円筒型枠下面のコンクリートの充填および締固めが課題となった。円筒型枠下面の確実な締固めを実施するため、円筒型枠に鉛直孔（直径 100 mm）をパイプレータの締固め能力範囲（500 mm 間隔）に配置し、振動機の挿入や充填状況が目視確認できる構造とした。使用した鉛直孔は、打込み完了後速やかに発泡スチロールにて詰め蓋を行い、コンクリートの流入が無いように対策を講じた（写真 6）。また、鉛直孔間にコンクリート充填検知システム「ジュテンダ」を設置し、コンクリートの充填を電氣的に確認した（写真 7）。さらに、CCD カメラを用いて円筒型枠下面の充填状況を継続的に監視して打込みを行った。（写真 8）

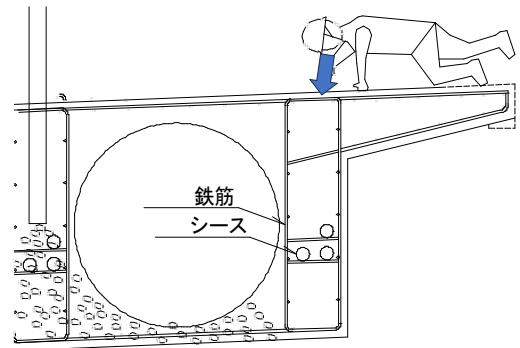


図 12 打設時目視確認状況



写真 6 コンクリート流入対策

7. おわりに

本工事は、交差道路や地域条件など、様々な制約があったが3次元技術などの新技術を活用し、地域の方々と合意形成を図ることで2023年3月に無事に竣工することが出来た（写真9）。今後、同種工事において本稿の内容が参考になれば幸いである。

最後に、本工事に携わったすべての関係者をはじめ、地域住民の皆様のご理解とご協力がなければ更に困難な施工になっていたことと思います。関係者の皆様、本当にありがとうございました。



写真7 コンクリート充填管理システム
「ジュテンダ」センサー設置状況



写真8 充填状況監視状況
「CCDカメラ」使用



写真9 橋梁完成写真