

市街地における反復施工による橋梁架け替え設計及び道路設計の一例

中央コンサルタンツ株式会社 ○ 平 田 貴 也
中央コンサルタンツ株式会社 井 原 貴 浩
中央コンサルタンツ株式会社 森 田 椋 也

論 文 要 旨

本稿は河川改修に伴う橋梁架け替え設計において実施した検討事項を報告するものである。本橋は片側1車線の一般国道上の橋であり、上下流に側歩道橋が架橋されているため、橋梁架け替え時の通行止めは不可であった。そこで近隣の沿道施設に干渉しないよう迂回路を設け、反復施工による橋梁の架け替え設計を行った。ここでは反復施工が可能な橋種の選定、反復施工により通行止めを行わず、国道を切り回す迂回路設計、狭隘なスペースでの施工条件による施工計画を行った結果を報告する。

キーワード：橋梁架け替え設計、反復施工、橋種選定、迂回路設計

ま え が き

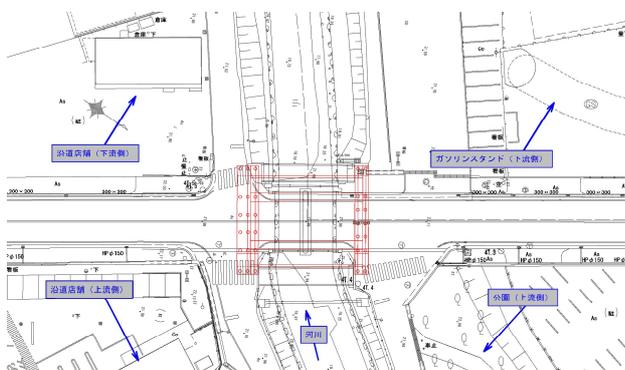
本設計は河川改修に伴い、橋長 12.16m、全幅員 10.05m の既設橋を架替えるものである。

対象橋梁は一般国道に架かり、二級河川を横架する橋梁である。また対象地付近には上流左岸側に沿道店舗、上流右岸側に公園、下流左岸側に沿道店舗、下流右岸側にガソリンスタンドがある。

本設計における課題としては、対象地の条件から、現道を供用しながら施工を行う(反復施工を行う)必要があること、沿道施設・店舗に干渉しないよう迂回路を設ける必要があることである。

課題を解決するための検討として、反復施工可能な橋種の選定、沿道施設に干渉しない迂回路の設計、狭隘なスペースでの施工計画を行った。

本稿は橋梁詳細設計を実施する前段の予備設計として、上記検討結果を報告するものである。



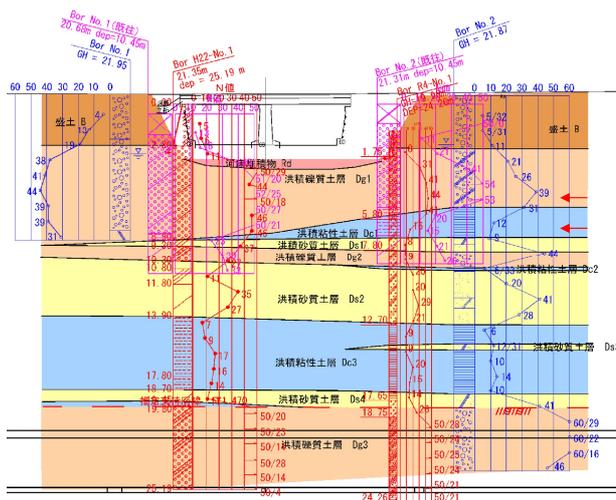
図一 対象地平面図

1. 設計条件

(1) 地盤条件

地盤条件は架橋位置付近で調査された6箇所のボーリング調査結果を用いて整理した。架橋位置における支持層は、「砂層、砂礫層：N値30程度以上」¹⁾を満たす洪積礫質土層(Dg3)とし、地盤種別はII種地盤と判定した。

なお、洪積礫質土層(Dg1)は支持層としての条件を満たすN値を示しているが、右岸側(A2橋台側)は洪積礫質土層(Dg1)の層厚が薄く、下層に圧密層(洪積粘性土層Dc1)があることを考慮し、支持層としないものとした。



図二 地層断面図

(2) 河川条件

対象橋梁が横過する河川は二級河川の掘込河道であり、計画高水流量90m³/sから、堤防の余裕高は0.6m²⁾である。

対象橋梁の橋台位置は、堅壁前面が堤防の表のり肩より

前に出ないように設定した。²⁾また、橋台は堤防の法線と平行に設け、²⁾橋台のフーチング底面は、堤防地盤線に定着させた。²⁾なお、堤防地盤線は、河川が掘込河道であることから、堤防天端幅(3m)に相当する幅の地点とのり尻を結ぶ線とした。

(3) 道路条件

対象橋梁が架かる一般国道の道路規格は第4種第1級であり、設計速度は60km/hである。幅員構成を図-3に示す。



図-3 幅員構成図

(4) 橋梁条件

橋梁条件のうち特筆すべき項目として以下に3点列記する。

- ・架橋位置における自然環境条件について、架橋位置は海岸線から約2.5km離れており、凍結防止剤の散布を行わない地域である。このため塩害の影響は大きく受けないことから耐候性鋼材の使用を可能とした。
- ・単純桁橋であるため支承条件は固定・可動とし、対象橋梁の下部構造高が同程度であることから、縦断勾配が低いA1橋台を固定とした。
- ・添架物としてガス管と水道管を下部工へ添架する計画である。添架スペースとして上流側に1.22m、下流側に1.6m拡幅するため、橋台幅は18.12mとした。

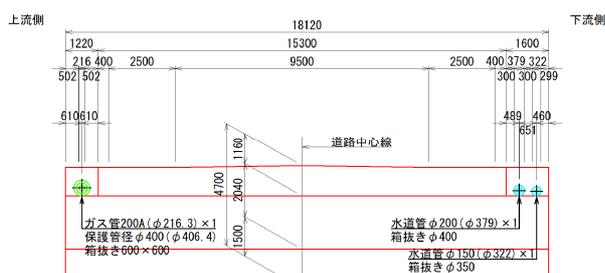


図-4 添架条件から設定される橋台幅

2. 迂回路設計

対象地の条件より、現道を供用しながら架替え施工を行う必要がある。対象橋梁付近には沿道施設・店舗があるため、迂回路を設ける際はこれらに干渉しないよう切り回す必要がある。また施工時の沿道施設・店舗へのアクセス性を考慮し、迂回路案として、上流側に迂回路を切り回して橋梁を一括施工にて施工する案(第1案)と、上流側に迂回路を切り回して反復施工にて施工する案(第2案)の比

較を行った。

第1案：一括施工上流側迂回路案

第2案：反復施工上流側迂回路案

図-5のように第1案については橋梁下部工施工時に設ける矢板土留をコントロールポイントとして迂回路を計画した。標準値である設計速度60km/hでは沿道店舗(上流左岸側)に干渉するため、当案では設計速度を特例値である40km/hとする他、曲線部の拡幅を省略し、橋梁施工時の矢板土留、沿道施設との干渉を回避した。

図-6のように第2案については上流側の沿道店舗をコントロールポイントとして迂回路を計画した。標準値である設計速度60km/hとしても沿道店舗等との干渉を避けた迂回路を設けることが可能ではあるが、沿道施設・店舗へのアクセス性を考慮して、特例値である設計速度50km/hを採用した。

比較の結果、第1案は曲線拡幅を省略する必要があり、安全性が懸念される点、設計速度を現状の60km/hから40km/hまで減じる必要があることから、第2案：反復施工上流側迂回路案を採用した。

表-1 迂回路比較案

ルート案	ルートの概要				総合評価
	設計速度(km/h)	検討方針	コントロールポイント	検討結果	
第1案：一括施工上流側迂回路案	40km/h(特例値)	・設計速度の特例値を適用し沿道施設への影響回避を狙った案 ・曲線部の拡幅の省略等を適用し極力沿道施設CPを回避する	橋梁施工時の矢板土留	△ ・曲線部の拡幅を省略することで橋梁施工範囲、沿道CP双方への影響を回避している	不採用 ・曲線部拡幅を省略する必要があり、安全性が懸念される ・設計速度50km/hでは沿道施設への影響を回避できないため、迂回路設定ができない
第2案：反復施工上流側迂回路案	50km/h(特例値)	・沿道用地の借地面積を少しでも抑えることを目的に設計速度の特例値を適用した案 ・幾何構造は標準値を適用する	沿道店舗(上流側)	○ ・沿道CPの影響を極力回避している。 ・近隣施設駐車場への影響面積を60km/hより抑えることが可能	採用 ・沿道CPへの影響を極力回避しており、供用時の沿道施設へのアクセス性も優れている。また設計速度を50km/hまで減ずることは警察から了承を得られている

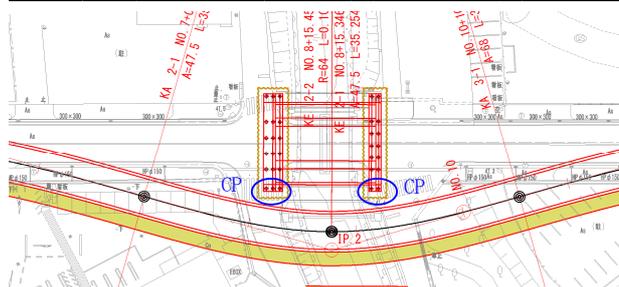


図-5 迂回路平面図(第1案：一括施工上流側迂回路案)

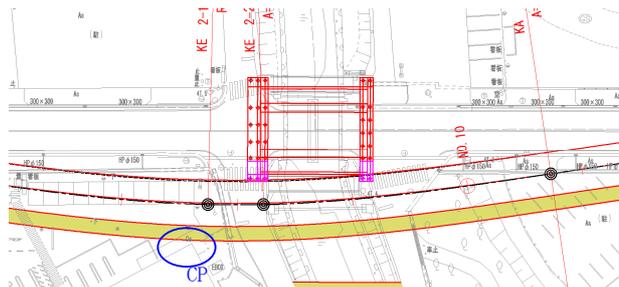


図-6 迂回路平面図(第2案：反復施工上流側迂回路案)

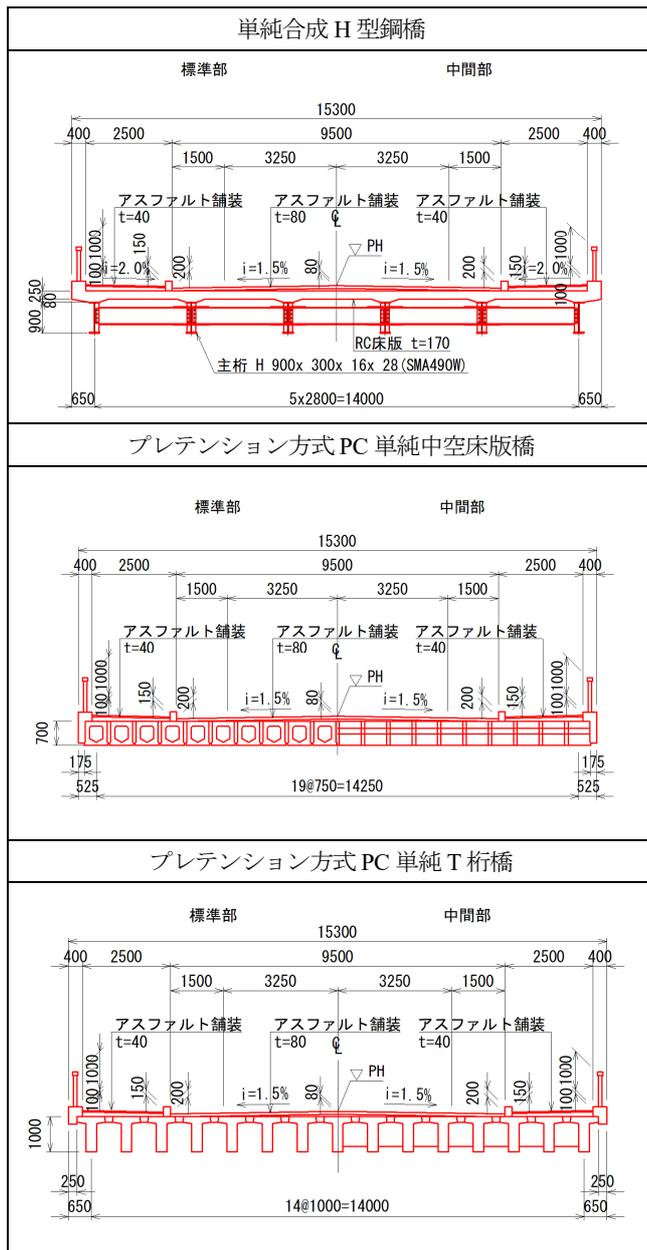


図-9 標準断面図一覧

(3) 検討結果

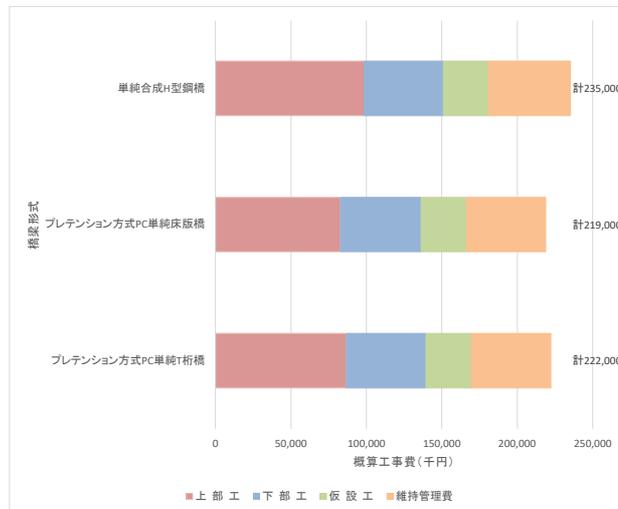
比較検討を行った結果、他案と比較し総合的に優れるプレテンション方式 PC 単純中空床版橋を選定案とした。選定理由は下記のとおりである。

1) 経済性

橋種ごとに上部工、下部工、基礎工の概略計算を行った結果より、概算工事費の算出を行った。結果を表-2 に示す。下部工費、仮設工費（土留め工費）は橋台の形状寸法が 3 案とも同程度であるため大きな金額差が生じない結果となった。維持管理費について、鋼橋には耐候性鋼材を使用しているが、桁端部の塗替え塗装が必要になるため、PC 橋案との金額差が生じた。上部工費は PC 橋の 2 案が鋼橋と比べて安価となり、プレテンション方式 PC 単純中空床

版橋がプレテンション方式 PC 単純 T 桁橋より安価となる結果であった。

表-2 概算工事費一覧



2) 構造的

構造に優れた橋種が望ましいため、構造の一般性について評価した。3 橋種とも同規模の施工実績が多いことから一般的な橋種と判断した。また床版の耐久性についても評価し、PC 橋と RC 床版を比較した際、PC 橋の方が耐久性の高い床版であると評価した。

3) 施工性

対象橋梁は現道を供用しながら施工を行うため、反復施工にて橋梁の架け替えを行う計画となる。PC 橋と RC 床版を比較した際、RC 床版の方が現場施工の割合が多く、PC 橋に比べて反復施工の対応がし易いと評価した。

また、プレテンション方式 PC 単純中空床版橋とプレテンション方式 PC 単純 T 桁橋で比較した結果、プレテンション方式 PC 単純中空床版橋の方が横締め PC 鋼材の緊張本数が少ないことから反復施工の対応がし易いと評価した。

4) 維持管理性

市街地に架橋され、維持管理し易い橋種が望ましいため、PC 橋と RC 床版橋を比較した結果、床版の補修頻度が少なく、塗替え塗装が不要である PC 橋の方が維持管理性に優れていると評価した。

5) 環境への適応性

立地条件から、供用時の騒音・振動が発生しにくい橋梁が望ましいため、PC 橋と鋼橋を比較した結果、鋼橋より PC 橋は自重が重いいため、振動・低周波が発生しにくい橋種と評価した。

4. 施工計画

(1) 施工ステップ

迂回路設計のとおり、現道の交通を確保しながら架け替え施工を行うこと、沿道施設に干渉しないよう切り回す必要があることから、反復施工にて橋梁を施工する計画とした。

上記を踏まえ、施工ステップは表-3 のとおりとした。図-10～図-13 のように、施工済箇所を二期施工時の通行帯として利用する計画であるため、一期施工では二期施工時の通行帯を確保可能な幅員分を施工する行計画とした。

表-3 施工ステップ

施工順序	施工内容	施工位置
	一期施工迂回路切り回し	
一期施工①	基礎工構築	A1 橋台
一期施工②	土留め工打設・床掘	A1 橋台
一期施工③	下部工構築	A1 橋台
一期施工④	基礎工構築	A2 橋台
一期施工⑤	土留め工打設・床掘	A2 橋台
一期施工⑥	下部工構築	A2 橋台
一期施工⑦	上部工架設	
	二期施工迂回路切り回し	
二期施工①	基礎工構築	A1 橋台
二期施工②	土留め工打設・床掘	A1 橋台
二期施工③	下部工構築	A1 橋台
二期施工④	基礎工構築	A2 橋台
二期施工⑤	土留め工打設・床掘	A2 橋台
二期施工⑥	下部工構築	A2 橋台
二期施工⑦	上部工架設	

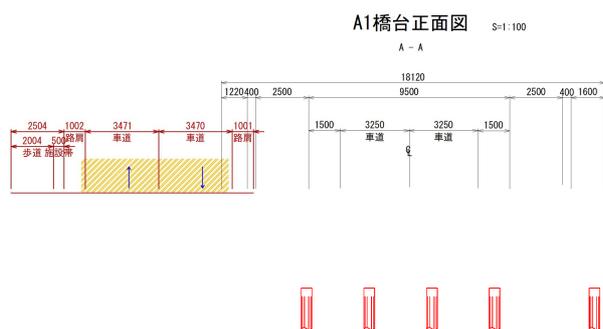


図-10 施工ステップ正面図 (基礎工構築 A1 橋台時)



図-11 施工ステップ平面図 (基礎工構築 A1 橋台時)

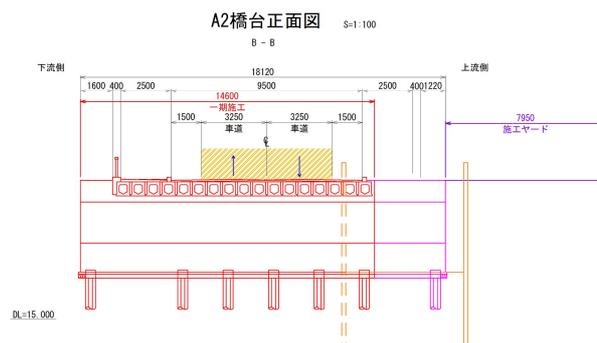


図-12 施工ステップ正面図 (下部工構築 A2 橋台時)



図-13 施工ステップ平面図 (下部工構築 A2 橋台時)

(2) 基礎工打設重機の選定

対象橋梁は反復施工にて施工を行うため、施工ヤードは狭隘なスペースとなる。基礎工の打設方法はプレボーリング杭工法を採用した。またプレボーリング杭工法について一般的には図-14 に示すように 3 点支持式杭打機が用いられるが、作業ヤードが狭隘なスペースであるため、懸垂式杭打機（走行方式のホイール式タイプ）を採用した³⁾。懸垂式杭打機を使用する場合、杭径はφ500 程度にする必要があるが、3 点支持式杭打機に使用している補助クレーン（クローラークレーン）が不要となるため、作業ヤードを省スペース化することが可能である。

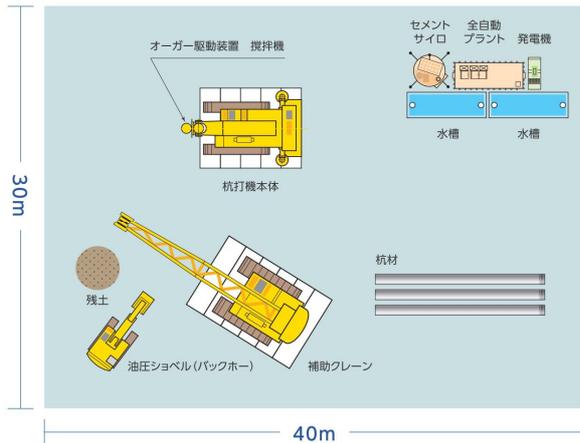


図-1 14 基礎工打設の重機配置イメージ⁴⁾

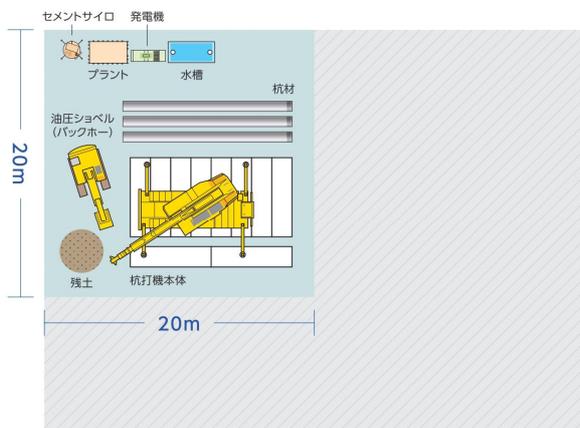


図-1 15 懸垂式杭打機使用時の重機配置イメージ⁴⁾

5. まとめ

迂回路設計，橋梁形式選定，施工計画に関する検討結果を以下に示す。これらにより，通行止めを行わず既設橋を架替える計画を立案することができた。

- ・迂回路設計は対象地の条件から上流側に設計速度を50km/hの特例値を使用して沿道施設に干渉しないよう切り回しを行った。
- ・橋梁形式については経済性，構造的性，施工性，維持管理性，環境への適応性から総合的に評価し，プレテンション方式PC単純中空床版橋を選定案とした。
- ・橋梁の施工は反復施工にて計画を行った。一期施工では二期施工時に通行帯を確保可能な幅員分を施工する計画とした。反復施工で作業ヤードが狭隘なスペースのため，基礎工打設時は懸垂式杭打機を使用した。

あ と が き

本検討の実施にあたり，ご指導をいただきました兵庫県職員の皆様方に感謝の意を表します。

また，あくまで本稿は橋梁予備設計段階での検討結果である。

参 考 文 献

- 1) 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編，公益社団法人日本道路協会，H29.7，P.177
- 2) 改訂解説・河川管理施設等構造令，公益社団法人日本河川協会，H12.1，P.115 P.289
- 3) 杭基礎施工便覧，公益社団法人日本道路協会，R2.9，P.173
- 4) HiFB II (ハイエフビーツー工法) カタログ，日本ヒューム株式会社