

既設橋台を活用した PC 単純プレテンションスラブ桁橋の詳細修正設計

協和設計株式会社 成 川 幸 宏
 協和設計株式会社 伊 澤 公 太 郎
 協和設計株式会社 荒 木 麻 里
 協和設計株式会社 ○鍵 谷 哲 志

論 文 要 旨

高規格幹線道路に接続するランプ渡河部の PC 単純プレテンションスラブ桁橋について、インターチェンジ形状の見直しに伴う詳細修正設計を行った。その際、既往計画形状で A1 橋台が施工済みであったため、既設橋台を活かした橋梁設計が課題であった。

そこで、既設の壁高欄鉄筋に配慮した路肩拡幅検討や既設アンカーバー箱抜き位置を踏襲した桁配置検討、沓座面の改築を考慮した支承条件の検討を行い、既設橋台の改築規模を縮小することで、鉄筋構造物の改築に伴うリスクを縮減し、嵩上げで対応可能な施工性に優れる改築計画とした。

キーワード：橋台改築，橋梁詳細修正設計，PC 単純プレテンションスラブ桁橋

ま え が き

本業務は、高規格幹線道路のインターチェンジに接続するランプ部において二級河川を渡河する PC 単純プレテンションスラブ桁橋の詳細修正設計業務である。道路構造がオンランプ・オフランプ一体構造から分離した構造に変更されたため、1 橋であったランプ橋をオンランプ橋、オフランプ橋の 2 橋として詳細修正設計を行った(図-1)。設計にあたり、A1 橋台が既往計画形状で施工済みであったため、既設 A1 橋台を今回計画するオンランプ橋・オフランプ橋の橋台として活用することが課題であった。この課題に対し、既設橋台の改築規模を最小限にすることを基本方針として橋梁全体の計画を行うことで、鉄筋構造物の改築に伴うリスクを縮減し、施工性に優れる計画とした。

1. 設計の基本方針

(1) 橋梁諸元

当初計画及び今回計画の橋梁諸元は以下の通りである。

表-1 橋梁諸元

	当初計画	オンランプ橋	オフランプ橋
橋長	L=21.0m		
上部工形式	PC単純プレテンションスラブ桁橋		
支承形式	パット型ゴム支承+アンカーバー		
支承条件	A1: 固定 A2: 可動	A1: 可動 A2: 固定	A1: 可動 A2: 固定
平面線形	A=45 (R=∞→R=50)	R=∞	A=45 (R=∞→R=50)

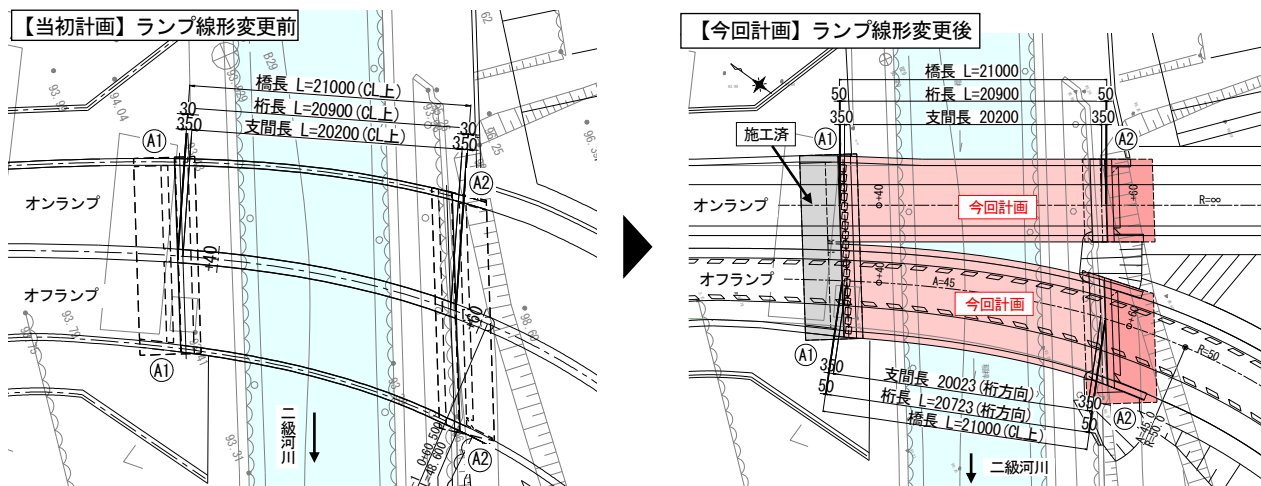


図-1 ランプ線形の変更

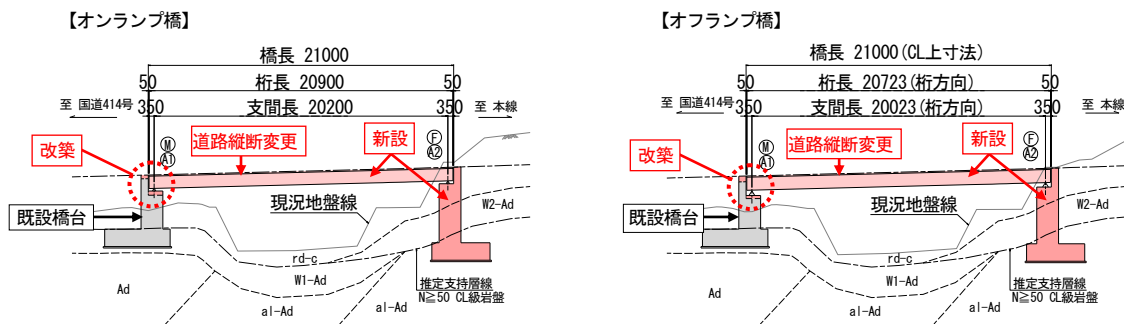


図-2 側面図(オンランプ橋, オフランプ橋)

(2) 設計着手時の既設 A1 橋台の状況

設計着手時の既設 A1 橋台は一部を除き、既往計画形状で施工済であった。設計着手時の既設 A1 橋台の状況を以下に示す。

- ・既往設計どおりの寸法で施工済(出来形管理表から確認)
- ・ウイング上の壁高欄部及びパラペットの後打ち部はコンクリート打設が未施工
- ・沓座はアンカーバーおよびゴム支承の箱抜きが施工済み



写-1 壁高欄の状況



写-2 パラペット天端の状況



写-3 沓座の状況

(3) 修正設計の基本方針

施工済の既設橋台を取り壊すのではなく、改築して道路線形の変更に対応することで工期短縮、コスト削減を図ることができる。そのため、既設橋台の改築を前提とした橋梁計画を行う。

ただし、鉄筋構造物である既設橋台の改築は、鉄筋探査などの手間がかかる上、既設鉄筋の切断等の施工時のリスクの他、改築した部分から浸水して鉄筋が早期に劣化することも考えられる。そのため、「既設橋台の改築規模を最小限にする」ことを基本方針として検討を行うことで、改築に伴うリスクを縮減し、施工性に優れた橋梁計画とした。

2. 既設 A1 橋台の改築規模を縮小する橋梁計画

(1) 嵩上げによる改築の検討

道路の縦断線形の変更に伴い、既設橋台の壁高欄、パラペット、沓座を改築する必要がある。その方法として嵩上げする方法と、はつり・取り壊しを行う方法がある。後者の場合、コンクリートブレーカなどで直接躯体を取り壊すため、既設鉄筋を傷つけるリスクが高い。一方、嵩上げは削孔・差し筋を行いコンクリートを打設するという手順で施工されるため、既設鉄筋への影響は最小限であり、施工性に優れる。

そこで、嵩上げによる改築で縦断線形の変更に対応できるか確認した。まず、パラペット天端の改築に関しては、変更後の道路計画の路面高と既設橋台の出来高を比較し、嵩上げで対応可能なことが確認できた。また、沓座面の改築に関しても、概略で算出した舗装厚・桁高・桁のたわみ量から、既設 A1 橋台支承線上での沓座の構造高を算出して、嵩上げで対応可能であることが確認できた。

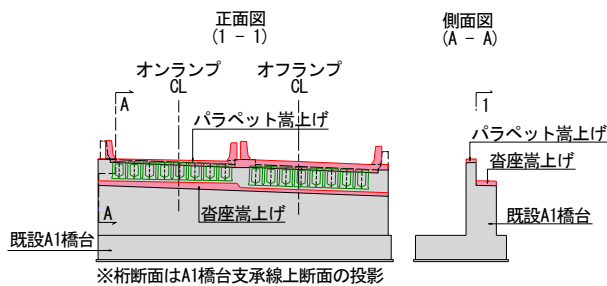


図-3 変更線形による改築確認図

(2) 既設の壁高欄鉄筋に配慮した橋面拡幅の検討

道路線形の変更に伴い、線形変更後の壁高欄位置と既設の壁高欄位置に不整合が生じる。線形変更後の壁高欄位置を踏襲する場合、鉄筋の切断及び再配置に加えて既設橋台ウイングの拡幅が必要となる。(図-4)。

この問題に対し、橋面上の路肩を拡幅して壁高欄の位置を既設の壁高欄鉄筋の位置に平面的に整合させる計画とした(図-5)。壁高欄の横断方向の位置を合わせることで、ウイングの拡幅が不要となり、既設橋台の改築規模を縮小することができる(図-6)。

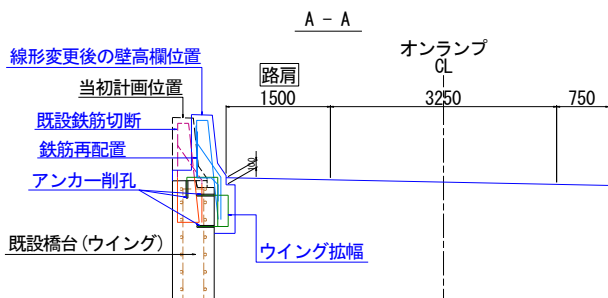


図-4 線形変更後の壁高欄位置を踏襲する計画

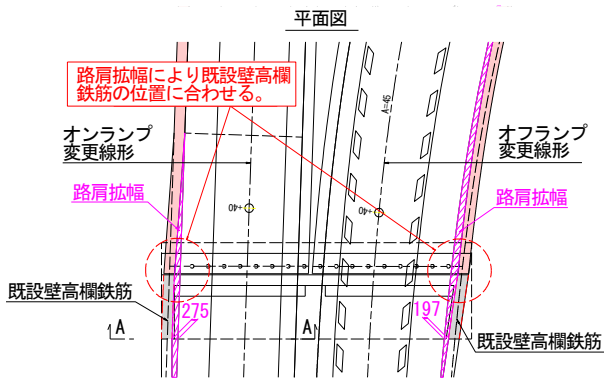


図-5 路肩拡幅の概要図

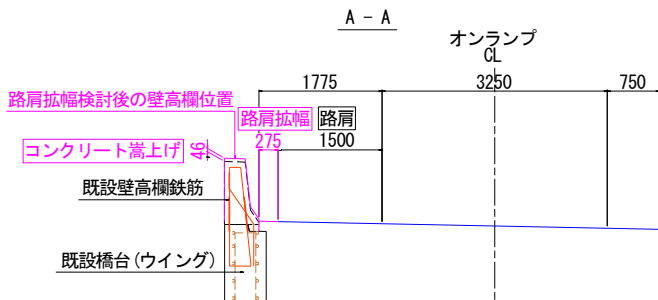


図-6 路肩拡幅で壁高欄位置を合わせた改築計画

(3) 既設アンカーバー箱抜き位置を踏襲した桁配置検討

既設 A1 橋台の沓座には、アンカーバーの箱抜きが施工済であった。アンカーバー箱抜きの位置を踏襲した桁配置とすることで新しい削孔が不要となり、既設橋台の改築規模を縮小できる。

まず、直線橋であるオンランプ橋は、既設のアンカーバー箱抜き位置をコントロールとして、桁方向と道路中心線を平行にする配置計画とした(図-7)。

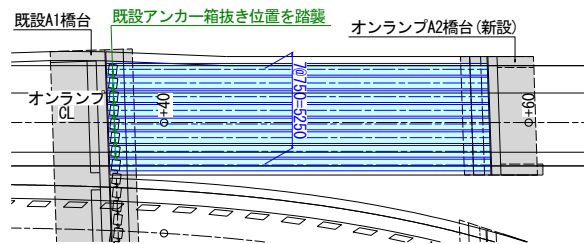


図-7 オンランプ橋の桁配置計画

次に、オフランプ橋もオンランプ橋同様既設のアンカーバー箱抜き位置を踏襲する。オフランプ橋は曲線橋であるため、支間中央部と A2 側桁端部で床版の張出しが生じる。支間中央部の張出しが大きいと左端の桁に荷重が偏るため、支間中央部の張出しを極力減らし、A2 側桁端部の張出しを大きくする計画とした(図-8)。なお、オフランプ A2 橋台沓座面上の床版張出し部にゴム支承を配置することで極端な片持ち状態にならないようにした(図-9)。

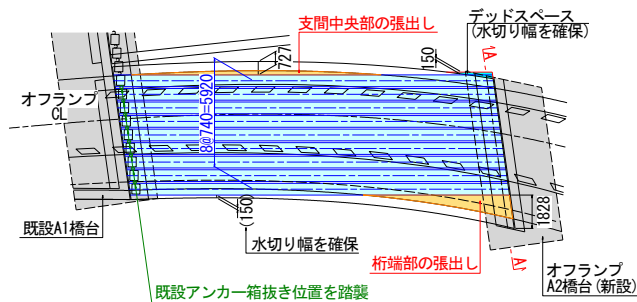


図-8 オフランプ橋の桁配置計画

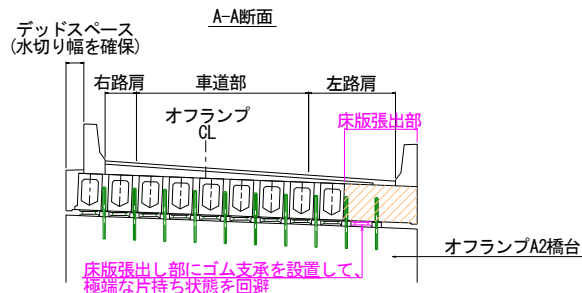


図-9 オフランプ A2 橋台の支承構造

(4) 沓座面の改築を考慮した支承条件の検討

既往計画では、支承形式として「パット型ゴム支承+アンカーバー(機能分離型)」が採用され、支承条件は「A1 橋台側：固定」、「A2 橋台側：可動」としていた。

既往計画と同じ支承条件で、嵩上げを考慮した沓座面の耐力照査を行った。

沓座の耐力は、下式で表される¹⁾。

$$P_n = P_c + P_r \dots\dots\dots (7.6.2)$$

ここに、

- P_n : 橋座部における支承部から作用する水平力の制限値 (N)
- P_c : コンクリートの負担する耐力 (N)
- P_r : 補強鉄筋の負担する耐力 (N)

嵩上げを行うと水平力の作用位置が高くなり、既設橋台に配筋されている補強鉄筋の負担する耐力が期待できなくなる(図-10)。よって、十分な耐力を確保できない結果となった(表-2)。なお、補強鉄筋としてみなすことができるのは「水平に配筋された鉄筋のうち、抵抗面にまたがり、十分に定着したもの」²⁾であるため橋座嵩上げ部の鉄筋は補強鉄筋として計上していない。

新たに補強鉄筋を配置するためには、既設橋台への深い削孔や、堅壁前面の拡幅などが必要なので、改築規模が大きくなってしま(図-11)。

そこで、A1橋台の支承条件を固定から可動に変更することによって、支承一つあたりに作用する設計水平地震力を328kNから37kNに低減した。これにより、コンクリートの負担する耐力のみで十分な耐力を確保することができるようになった(表-2)。

以上の検討により、新たに補強鉄筋を配置する必要がなくなり、改築規模を縮小することができた。

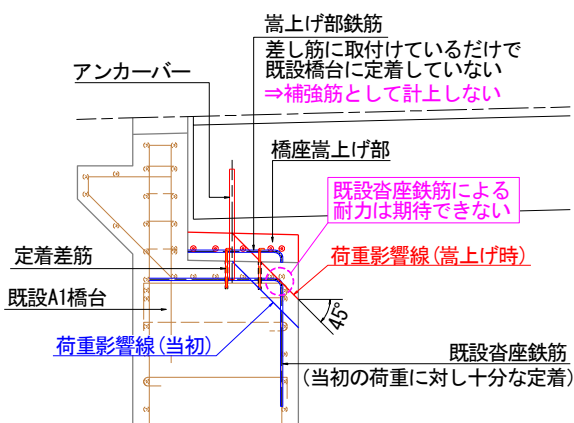


図-10 嵩上げを考慮した照査断面

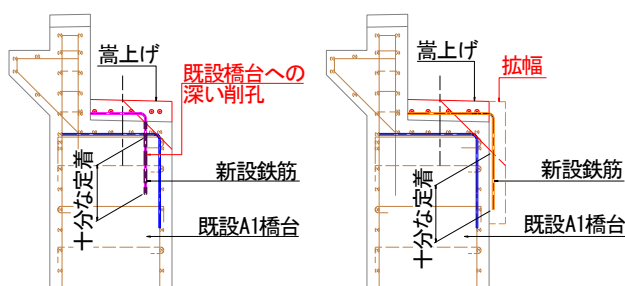


図-11 新たな補強鉄筋の配置方法

表-2 照査結果一覧

A1橋台側 支承条件	設計水平 地震力 Ph (kN)	補強鉄筋の 負担する耐力 Ps (kN)	コンクリートの 負担する耐力 Ps (kN)	判定
固定	328.125	0	152.041	作用力 耐力 328.125 > 152.041 NG
可動	37.406	0	152.041	作用力 耐力 37.406 < 152.041 OK

3. 嵩上げによる既設A1橋台の改築

本項では、既設A1橋台改築計画の詳細な構造について報告する。前項までの各種検討により、取壊しや拡幅といった施工時のリスク・施工難度が高い改築を削減し、嵩上げで対応可能な改築計画とすることができた。

主な改築箇所を下図に示す。(図-12)

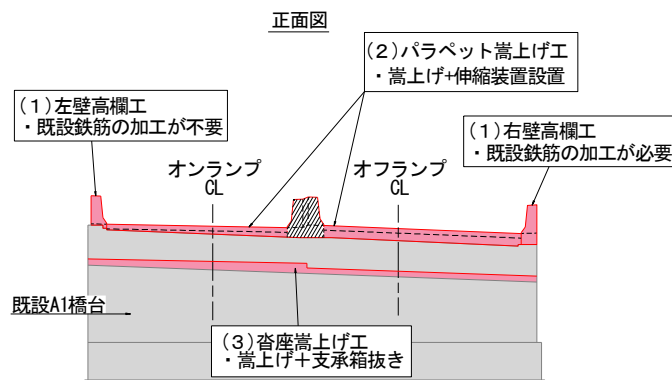


図-12 既設A1橋台の主な改築箇所

(1) 壁高欄の嵩上げ

既設A1橋台の壁高欄は鉄筋まで施工済で、コンクリート打設が未実施の状況である。

路肩拡幅検討により、既設の壁高欄鉄筋の位置に整合させる計画としているため、既設鉄筋を利用して、嵩上げで改築を行うことができる。

1) 右壁高欄の嵩上げ

縦断線形の変更により、当初計画からの嵩上げ量は230~250mm程度となる。既設橋台ウイングには既に鉄筋が配置されており、既設鉄筋を避けて新しく削孔・差筋することは困難である。配筋計画を、(図-13)に示す。既設ウイングとの定着部は既設のK₂鉄筋、K₃鉄筋をそのまま利用する。また、既設鉄筋の内、K₁鉄筋、K₄鉄筋は番線で固定されているだけであるため一度取り外す。その後、嵩上げする高さに合わせて新設鉄筋の配置及びK₁鉄筋、K₄鉄筋の再配置を行い、計画高でコンクリートを打設する計画とした。

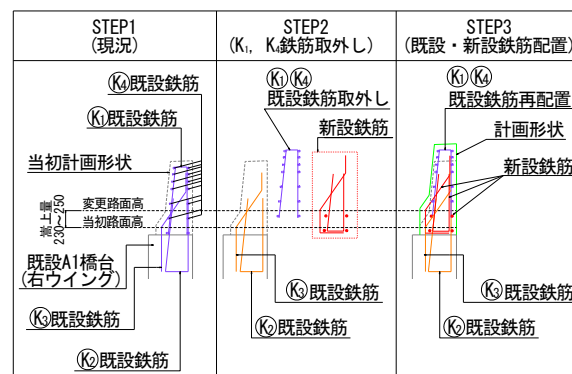


図-13 右壁高欄の嵩上げ

2) 左壁高欄の嵩上げ

当初計画からの嵩上げ量は 20~48mm 程度と僅かであるため、既設鉄筋は加工せず、そのまま計画高でコンクリート打設を行う(図-14)。

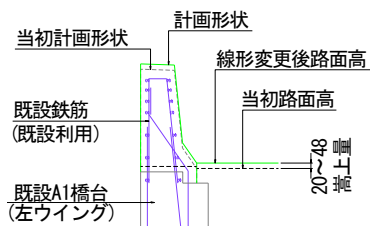


図-14 左壁高欄の嵩上げ

(2) パラペットの嵩上げ

パラペットの改築は、嵩上げと伸縮後打ちの2段階に分けて施工する。

まず、パラペット天端面に削孔・差筋を行い、伸縮装置固定用の鉄筋を設置して、コンクリートを打設して嵩上げる(図-15)。

次に、前工程で設置した鉄筋を利用して伸縮装置を設置し、路面の高さまでコンクリートを打設する。

差筋は既設鉄筋を避けて@200mm~@300mm³⁾の間隔で配置した(図-16)。なお、既設鉄筋はパラペット厚500mmに対しかぶり150mmを確保した配置になっているので、既設鉄筋同士の間隔は200mmである。差筋は既設鉄筋を避けて、その内側に配置しなければならず、@200mm~@300mmの間隔をとるためには、断面当たり一本しか配置できない。そのため、前後の引張力に配慮して、千鳥配置とした。

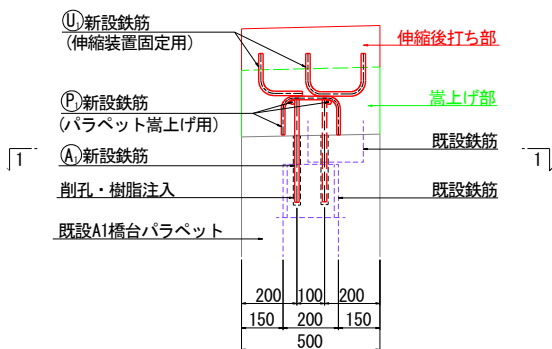


図-15 パラペットの嵩上げ(側面図)

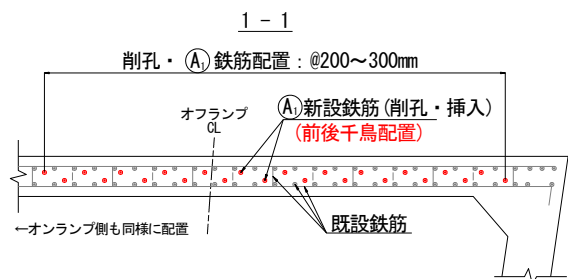


図-16 A₁鉄筋の配置(平面図)

(3) 沓座の嵩上げ

既設配筋およびアンカーバー箱抜きを回避し、延長方向に差筋を行う。差筋の間隔はパラペットの改築と同様@200mm~@300mm³⁾とした(図-17)。配置した差筋に橋座鉄筋を取付け、嵩上げる。

また、嵩上げの際に、アンカーバーとゴム支承の箱抜きを行う(図-18)。桁配置の検討で既設のアンカーバー箱抜き位置をコントロールしたため、既設の箱抜きを利用することができる。

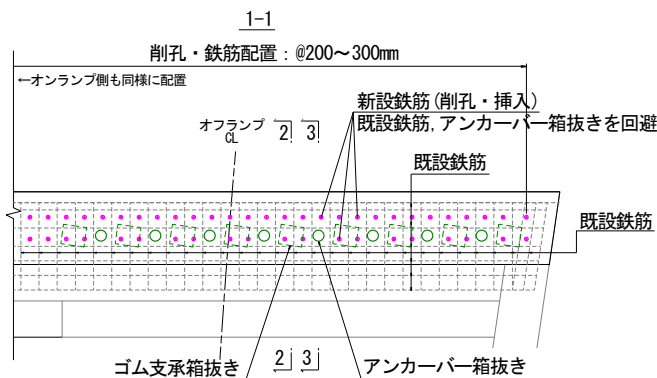


図-17 差筋の配置(平面図)

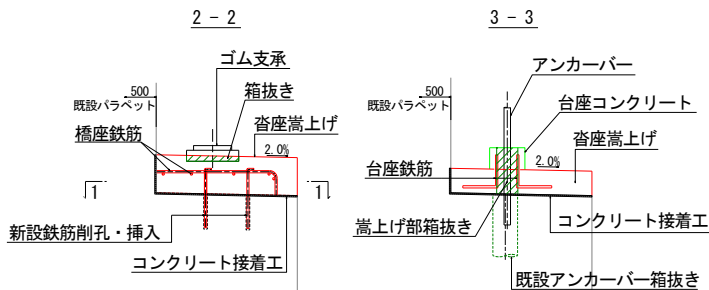


図-18 沓座の嵩上げ(側面図)

(4) 施工順序

以下に既設 A1 橋台改築(嵩上げ)の基本的な順序を示す。

- 1) 鉄筋探査
コンクリート削孔・鉄筋挿入の作業に先立ち既設構造物の鉄筋位置を確認する。検査機器はRCレーダーを用いる。
- 2) チッピング
嵩上げコンクリートの付着面をエアーチッパーによりはつり、目荒らしを行う。
- 3) 削孔
A1 橋台改築における差筋は鉄筋径 D16、埋込長 250mm(15D+10mm)であり、電動ハンマドリルを使用する。削孔位置は予めマーキングしておく。
- 4) 樹脂注入・鉄筋定着
削孔後孔内の清掃を行った後、エポキシ樹脂を注入し鉄筋を挿入する。

5)配筋・型枠設置

嵩上げ部の鉄筋組立，型枠設置を行う。

6)コンクリート接着剤塗布

新旧コンクリートの打継面の付着性向上および浸水防止のため，コンクリート接着材の塗布を行う。

7)コンクリート打設

嵩上げ部のコンクリート打設，脱枠を行う。

あ と が き

本業務では既設 A1 橋台を新しく計画するオンランプ橋とオフランプ橋の橋台として活用することが課題であった。鉄筋構造物である既設橋台の改築は，既設鉄筋の切断等の施工時のリスクを伴う他，改築部からの浸水による鉄筋損傷のリスク等も考えられる。

今回の設計では，既設の壁高欄鉄筋に配慮した路肩拡幅や，既設のアンカーバー箱抜き位置を踏襲した桁配置，沓座面の改築を考慮した支承条件の検討を行い，既設 A1 橋台の改築規模を最小限にした。これにより，橋梁計画全体として改築に伴うリスクを最小化した他，嵩上げによる改築が可能となり，施工性に優れる計画とすることができた。

また，本稿では，既設橋台改築の配筋計画など細部構造について報告した。鉄筋構造物の改築は既設鉄筋や既設コンクリート等への影響を考慮する必要があり，個別的な対応が求められるため，本業務でも苦労した点である。今回報告した工夫点が，今後の橋梁計画・改築計画の一助となれば幸いである。

最後に本橋の計画，本論の執筆に対してご指導，ご助言をいただきました関係者各位に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献 (または 引 用 文 献)

- 1) 道路橋示方書・同解説IV下部工編：日本道路協会，H29.
11. 115 p.
- 2) 道路橋示方書・同解説IV下部工編：日本道路協会，H29.
11. 119 p
- 3) 既設橋梁落橋防止システム設計の手引き：日本橋梁建設協会，H17. 3. 33 p.