

徳島自動車道 別埜谷橋の設計・施工

— ノンメタル橋の実装 —

藤岡 泰輔*1・片 健一*2・和田 圭仙*3・芦塚 憲一郎*4

徳島自動車道 別埜谷橋は、西日本高速道路(株)と三井住友建設(株)が共同開発した超高耐久橋梁「Dura-Bridge®」が世界で初めて採用された高速道路橋である。超高耐久橋梁は、従来のコンクリート橋が抱える塩害や中性化などの経年劣化に起因した鋼材腐食に伴う著しい耐久性の低下に対し、抜本的な解決策を講じることを目的として開発された。本構造は、腐食劣化の根源となる鉄筋やPC鋼材などを含む一切の鋼材を使用せず、アラミドFRPロッド緊張材をはじめとする非腐食材料のみで橋梁上部構造を成立させた橋梁を指し、維持管理の負担軽減やコンクリート片剥落による第三者災害の防止が期待されている。

超高耐久橋梁の開発は、コンクリート材料の開発や各種構造実験による設計手法の確立などが2010年より進められてきた。そして、設計手法の妥当性や施工性ならびに構造全体の安全性を検証するため、大型建設重機が往来する工事用道路として実験橋が建設され、静的・動的載荷試験に加え、2年間におよぶモニタリングや点検の結果、その耐荷性能や耐久性が明らかとなり2018年に別埜谷橋への実装が決定した。本稿では、超高耐久橋梁を適用した別埜谷橋の設計・施工について報告する。

キーワード：超高耐久橋梁、高強度繊維補強コンクリート、アラミドFRPロッド、プレキャスト

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造は200年という短い歳月で技術革新を果たし、自然から身を守る術をわれわれ人類に与えた。またプレストレストコンクリート技術も同様、構造物の長大化や高性能化を助長し、わずか100年足らずの間に人流や物流、情報や文化の地域交流を促進させるネットワーク機能をわれわれにもたらした。そして昨今、激甚化する自然災害に対しても、そのネットワーク機能を活かし、多くの人々の暮らしを守り続けてきた。

一方で、高度経済成長期に整備されてきた国内の構造物は悲鳴を上げ始めている。とくに厳しい腐食環境下に曝されてきたコンクリート構造物は、鋼材腐食に伴うコンクリート片剥落などの変状が顕在化かつ加速的に進行しており、性能低下した構造物の維持管理への対応が急務となってきた。現在、わが国では約72万におよぶ橋梁の維持管理業務が道路管理者に委ねられており、人口減少や少子高齢化に伴う技術者不足ならびに逼迫した財政等の社会的背景に対処しつつ、戦略的かつ効果的に構造物をメンテナンスすることが建設業界の課題となってきた。また、将来の日本経済発展や国土強靱化を図るためには、基幹道路のさらなる整備は不可欠であり、今後整備する社会インフラはより耐久性に富んだ構造とし、将来における維持管理の負担を極力低減することが非常に重要となってくる。

そこで、西日本高速道路(株)と三井住友建設(株)では、従来のコンクリート道路橋が抱える経年劣化や塩害などに起因した鋼材腐食に伴う維持管理の負担増加や著しい耐久性の低下に対し、抜本的な解決策を講じることを目的として

ノンメタルをコンセプトとした超高耐久橋梁の開発を進めてきた。すなわち、腐食劣化の根源となる鉄筋やPC鋼材を一切使用せず、非腐食材料のみで橋梁上部構造を成立させ、半永久的に、メンテナンスフリーで使用することを構想している。共同開発ではコンクリート材料の研究を2010年に着手し、設計手法の妥当性検証のため種々の構造実験を実施してきた。2015年には大型建設重機が往来する工事用道路の一部に実験橋を建設し、施工性の検証や2年間におよぶモニタリングと載荷試験により構造系全体の安全性を明らかとした^{1,2)}。そして遂に、2018年に高速道路橋への実用化を決定し、2021年3月に運用を開始した。

本稿では、超高耐久橋梁を世界で初めて高速道路橋に適用した別埜谷橋の設計・施工について報告する。

2. 超高耐久橋梁の概要

超高耐久橋梁は、1990年代から研究されてきたアラミドFRPロッド緊張材と2010年に着手した高強度繊維補強コンクリートならびにノンメタル製のバタフライウェブ構造の要素技術の新結合により実現している。

本構造は、高強度な鋼繊維と粗骨材を含む高強度繊維補強コンクリートを開発し、コンクリート自体の引張強度およびせん断強度を向上させ、曲げモーメントや軸力で引張応力が卓越する部位にアラミドFRPロッドを配置し、プレストレス力で引張応力を制御することを原則としている。本橋梁構造は、工場製作されるセグメント桁を構成することを基本としているが、箱桁断面の腹板にバタフライウェブ構造を採用し、主桁作用せん断力を蝶形のパネル内にて圧縮力と引張力に分解するダブルワーレントラスに類

*1 Taisuke FUJIOKA：三井住友建設(株) 技術本部 構造技術部

*2 Kenichi KATA：三井住友建設(株) 土木本部 橋梁構造設計部

*3 Yoshinori WADA：西日本高速道路(株) 技術本部 技術環境部 構造技術課(現 関西支社 建設事業部 構造技術課)

*4 Kenichiro ASHIZUKA：西日本高速道路(株) 四国支社 建設・改築事業部(現 中国支社 建設・改築事業部)

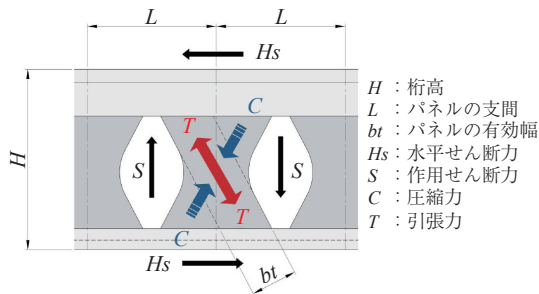


図 - 2 バタフライウェブ内面の作用

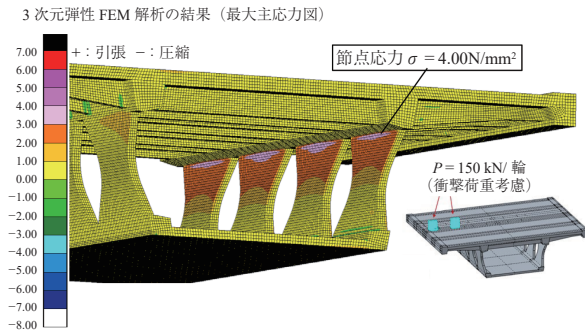


図 - 3 バタフライウェブ内外の作用

用している鉄筋や鋼管ジベルは使用できない。このため、図 - 1 で示す上床版との特殊接合キーを設け、コンクリート標準示方書で規定されるコンクリートのせん断伝達耐力で作用せん断力を設計した。下床版との接合は、バタフライウェブの下ウェブ側面と下床版との接合面にせん断キーを配置するとともに、下床版横締めとしてアラミド FRP ロッドを配置、緊張し一体化した。

3.4 リブ付き床版の設計

超高耐久橋梁の床版はリブ付き床版構造で、輪荷重走行試験を実施し、少なくとも東名高速道路のもっとも交通量の多い箇所での 200 年相当以上の疲労耐久性を有していることを確認している⁴⁾。別荘谷橋においてもリブ付き床版構造を採用しているため、立体 FEM 解析を用いて発生応力度を算出し、床版およびリブ横締めとして配置するアラミド FRP ロッドの配置量を調整した。その配置本数は死荷重時にはフルプレストレス、設計荷重作用時には曲げひび割れ発生限界以内となるように設定した。

ここで、リブ間の床版に活荷重が載荷された場合、橋軸方向にも局部的に大きな曲げ引張応力が発生する。この橋軸方向の曲げ引張応力度に対する照査については、主桁の平面骨組解析で得られた死荷重時の床版の橋軸方向の応力と立体 FEM 解析で得られる輪荷重による局所応力を考慮した。とくに、セグメント橋ではセグメント継目部の応力状態が耐久性に影響するため、道路橋示方書に示されている活荷重の過載荷状態について照査し、所定の応力状態を満足するように床版厚さやリブ形状とリブ間隔を決定した。

3.5 端支点部横桁の温度応力に対する検討

端支点部のセグメントは、公道における輸送重量の制限により 3 分割し、現場で分割セグメントを接合し中詰めコンクリートを打込み構築した (図 - 1)。打込みのリフト

表 - 1 打込みリフトと使用材料

No.	1 リフト	2 リフト
CASE-1	普通 + 膨張材	-
CASE-2	普通 + 膨張材	普通 + 膨張材
CASE-3	低熱 + 膨張材	低熱 + 膨張材

<セメント種別> 普通: 普通ポルトランドセメント
 低熱: 低熱ポルトランドセメント

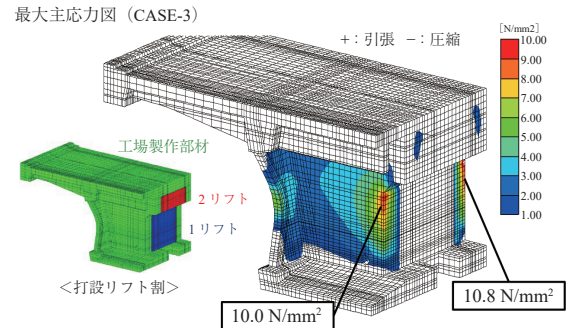


図 - 4 端支点部横桁温度解析結果 (例)

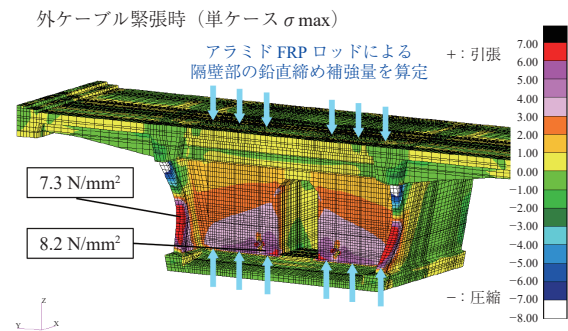


図 - 5 外ケーブル定着に対する FEM 解析結果 (例)

割は、1 リフト目に人通孔の両側にある外ケーブル定着部となる横桁、2 リフト目に人通孔直上の横桁閉合部とした。このため、現場での接合ステップを考慮した立体温度応力解析および FEM 解析を用いて発生応力度の評価および補強量の算定を行った。

温度応力解析の解析条件は、各示方書およびマスコンクリートのひび割れ抑制指針に準拠し、現場条件を考慮したリフト割或使用材料を選定した。解析ケースを表 - 1 に示す。普通ポルトランドセメントを使用した CASE-1 と CASE-2 では、横桁中心部および人通孔上縁部に制限値を超過する引張応力が残留した。そのため、現場近郊の生コン工場を調査し、低熱ポルトランドセメントを採用した。低熱ポルトランドセメントを使用した CASE-3 では、前者と比較すると大幅に温度応力を抑制できたが、横桁隔壁部 (セグメント製作工場で構築した既設部) に引張応力の履歴最大が 10.8 N/mm^2 に達することが確認された (図 - 4)。当該部位に発生する引張応力は温度が低下すると緩和される傾向にあったため、打込み前に仮設 PC 鋼材を躯体内に配置しプレストレスを導入することで発生応力を制御する対策を講じた。なお、温度応力が緩和された後に仮設 PC 鋼材の緊張力を開放、撤去し超高強度無収縮モルタルを充填した。

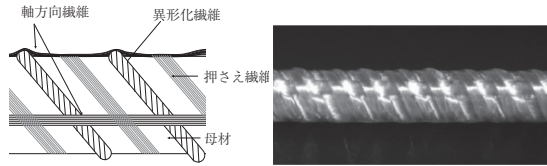


図 - 6 アラミド FRP ロッド緊張材

表 - 2 アラミド FRP ロッド緊張材の機械特性

項目	AFRP の規格値
呼び径	Φ 7.4 mm
単位質量	64 g/m
保証耐力	81.4 kN/ 本
弾性係数	46 ± 3.5 kN/mm ²
熱膨張係数	-3 × 10 ⁻⁶ /℃
リラクセーション値	11.6%/1000 h (23.6%/10 ⁶ h)

3.6 アラミド FRP ロッド外ケーブル定着に対する検討

外ケーブルが定着される端支点横桁の挙動については立体 FEM 解析を用い、支間中央部までをソリッド要素でモデル化して施工時および完成時に作用する荷重に対して検討した。図 - 5 は、外ケーブル緊張時の解析結果（桁自重 + 外ケーブル）を示す。セグメント製作時に構築する厚さ 400 mm の隔壁部分には、鉛直方向に 8.2 N/mm² の引張応力が発生したが、外ケーブルのプレストレス導入直後および死荷重時においてフルプレストレスとなるよう鉛直方向のアラミド FRP ロッドの配置本数を決定した。なお、端支点部セグメントのバタフライウェブには、外ケーブル緊張に伴いパネルのくびれ部分に 7.3 N/mm² の引張応力が生じているが、パネル製作時に配置しているアラミド FRP ロッドのプレストレス力で制御している。

4. 別笠谷橋の施工

4.1 アラミド FRP ロッドの概要

緊張材は、超高耐久橋の実験橋でも実績がある直径 φ7.4 mm のアラミド FRP ロッドを採用した（図 - 6）。アラミド FRP ロッドは、コンクリート中において高い耐アルカリ性に優れたアラミド繊維（繊維種別：テクノロジー）をビニルエステル樹脂で硬化させた繊維強化プラスチックで、PC 鋼材と同等の引張強度を有する。アラミド FRP ロッドの機械特性を表 - 2 に示す。

アラミド FRP ロッドの緊張方法は、以下の施工手順を基本としており、緊張完了後には躯体内に一切の鋼材を残置しないことを原則としている。

- ① アラミド FRP ロッドを鋼製スリーブ内に挿入
- ② アラミド FRP ロッドと鋼製スリーブ内の間隙部に無収縮モルタルを注入し、無収縮モルタルの圧縮強度が 35 N/mm² 以上に達するまで養生
- ③ 鋼製スリーブは接続具を介してテンションバー（PC 鋼棒など）と連結し、油圧ジャッキにて所定の緊張力まで昇圧
- ④ 鋼製スリーブをラムチェアーにナットで固定し、超高強度無収縮モルタルを躯体部材に充填
- ⑤ 充填材の圧縮強度が 35 N/mm² 以上に達したあと、ア

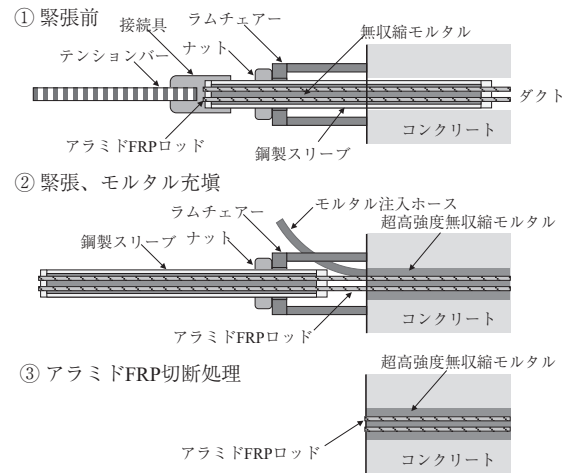


図 - 7 アラミド FRP ロッドの緊張方法



写真 - 1 バタフライウェブ製作

アラミド FRP ロッドと鋼製スリーブを切断し部材にプレストレスを導入

- ⑥ アラミド FRP ロッド定着面仕上げ、完了（図 - 7）

4.2 バタフライウェブの製作

バタフライウェブは、プレテンション設備内に設置した蝶形の型枠上にアラミド FRP ロッドを緊張配置し、高強度繊維補強コンクリートを打込み、バタフライウェブ単独で製作した（写真 - 1）。コンクリートの養生は蒸気養生を採用し、要求性能が満足されるように養生温度と時間を設定した。この養生方法によって設計で必要となる引張強度を保証しており、バタフライウェブを複数層の断熱シートで覆い養生温度を均等質となる工夫をしている。なお、アラミド FRP ロッドの配置本数や方向は、主桁の作用せん断力の差異や正負交番の違いによりセグメントごとに異なることに特徴がある（図 - 1）。

4.3 セグメントの製作

セグメントは、鋼製型枠上にバタフライウェブパネルを据付け、上下床版コンクリートを打込み、横締めとして配置するアラミド FRP ロッドでプレストレスを導入することで一体化した。上下床版横締めはプレテンション方式で、リブ横締めはポストテンション方式で緊張した。リブ横締めは輪荷重により正曲げが発生する中間床版内で曲げ配置し効率良く輪荷重により発生する曲げ引張応力度を制御する必要があるため、曲げ配置する部分はポリエチレン製シ

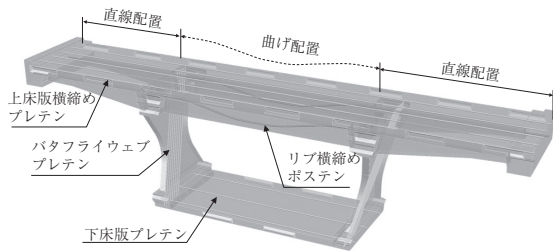


図 - 8 セグメント桁の緊張材配置

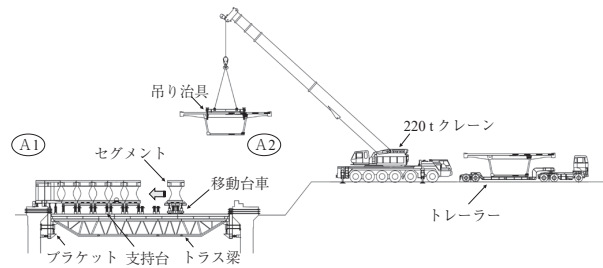


図 - 9 セグメント架設図

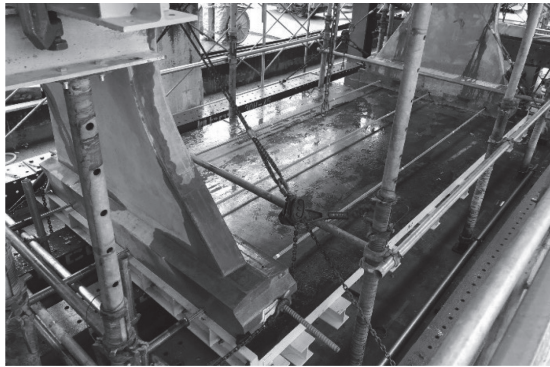


写真 - 2 下床版プレテンの施工



写真 - 3 セグメント送出し架設

ースを用いて配置形状を確保した。一方、張出し床版部はアラミドFRPロッドを無収縮モルタルで床版躯体に付着定着するため、エアチューブを用いてコンクリート製のダクトを形成した(図-8)。

プレテンション方式で施工する上下床版の横締めは、写真-2に示すようにバタフライウェブパネルを貫通するような状態で、アラミドFRPロッドをプレテンション用の反力設備に定着した。上下床版コンクリートの打込みは同日に行い、長期的な強度特性を得ることを目的として、3日間湿潤養生を実施した。コンクリートの圧縮強度が設計基準強度に達したあと、上下床版にプレストレスを導入した。通常のプレテンション設備は緊張材の一方に油圧ジャッキ設備があり、ストロークを戻すことでプレストレスを導入する。アラミドFRPロッド緊張材は、弾性係数がPC鋼材の約1/4であるため移動量が大きく、一方向にジャッキを開放するとバタフライウェブの面外方向の変形が大きくなり制限値を超過する引張応力が発生する。そのため、セグメントの両側に設置した油圧ジャッキのストロークを均等に戻すことで製品移動を防止し、有害な曲げ変形を制御した。

4.4 セグメントの架設

セグメントは、A2側に設置した高速道路本線からの進入路を利用しトレーラーにて搬入した。セグメントの架設は、トラス梁を用いた固定式支保工架設工法を採用した。220tクレーンを用いて支保工上に組立てた移動台車にセグメントを仮置きし、A1側へ送出し架設した(図-9、写真-3)。セグメントの吊上げ方法は、床版の貫通孔に設置したPC鋼棒を利用するのが一般的だが、雨水などの貫通孔への浸入と車両の繰返し荷重による床版劣化が懸念されるため、床版に貫通孔を設けない抱込み方式の脱着吊

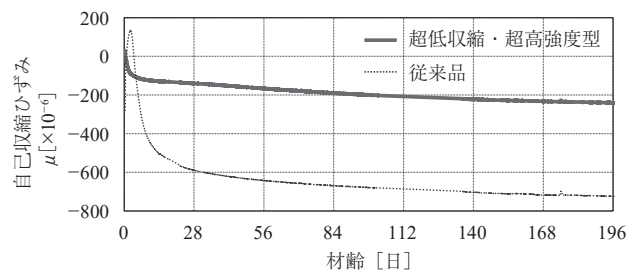


図 - 10 超低収縮・超高強度型モルタルの収縮特性

り装置を製作し使用した。

架設したセグメント相互には30mmの接合目地を設け、間隙部に超低収縮・超高強度型モルタルを充填した。本工事の支保工はトラス梁のため、桁自重による梁の変位などが40mm程度と大きい。そのため、全セグメントを架設したあとに接合目地の施工を行った。別壱谷橋で採用した超低収縮・超高強度型モルタルは、従来の超高強度型無収縮モルタルと比較すると、自己収縮は約1/3と非常に小さく、後充填する部位に拘束ひび割れが生じない優位性があり、本材料も世界で初めて実用化した(図-10)。

3分割した端支点部セグメントは、現場にて横締めを緊張し接合し、横桁内部に中詰めコンクリートを打込んだ。打込み作業は、横桁上の床版にコンクリート投入孔を設け、縦シュートを利用して行った。外ケーブル定着用の貫通孔配置が過密であることや床版上部に設けたコンクリート投入孔の取り合いから外部振動機が届かない部位があったため、高流動コンクリート(ランク2)を配合計画し使用した。温度応力への対策にはコンクリート材料の配合計画に加えて、2リフト目の人通孔上縁部に直径の種別が多様なガラ

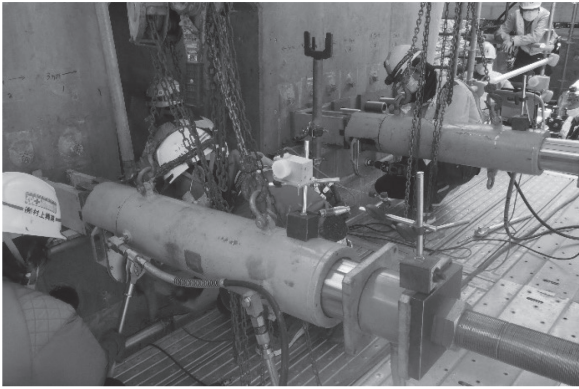


写真 - 4 外ケーブル緊張

ス繊維 FRP ロッドを配置し、残留応力に対して対策を講じた。その結果、有害となる温度ひび割れは確認されなかった。

4.5 外ケーブルの施工

外ケーブルで使用するアラミド FRP ロッドは、製造工場において直径 1.8 m の木製ドラムに巻取られ輸送される。別荘谷橋では、A1 側の本線ヤードにアラミド FRP ロッドの展開台を設置し、人力作業にてアラミド FRP ロッドをドラムから引出し、所定の長さで切断した。その後、9 本のアラミド FRP ロッドを 1 ケーブルに束ね、片引き緊張する A1 側の端部に鋼製スリーブを取付けた。ケーブル重量は約 20 kg と非常に軽いため、ケーブル挿入作業は 5 名の作業員でケーブル全長を保持し A1 桁端部まで人力で運搬し、A2 側からロープでケーブルを引込む作業員 1 名、合計 6 名でアラミド FRP ロッドを桁内に配置した。その後、緊張固定端となる A2 側に鋼製スリーブを取付けた。

外ケーブルの緊張は、横桁内部の中詰めコンクリート強度がアラミド FRP ロッドの付着定着に必要な 35 N/mm² 以上に達したあとに行った。A1 側緊張端の鋼製スリーブに同径の鋼製スピンドルを接続し、ナット回転装置を装着した専用ジャッキで緊張作業を行った。アラミド FRP ロッドは緊張初期のリラクセーションが大きいことに特徴があり、緊張作業中にも荷重が減少する。このため、緊張管理は伸び量管理を原則とし、リラクセーションの影響を極力小さくするため一定速度で短時間で昇圧した。緊張管理図には荷重と伸び量の両者に絶対上限線を設け、荷重計とワイヤ式変位計を配置しリアルタイムにパソコンで読み取り、その数値を伸び-荷重管理図にプロットし緊張管理を行った（写真 - 4）。

なお、外ケーブル定着に起因したひび割れは発生しておらず、事前に講じた鉛直方向のプレストレス補強が有効であったこと、工場製作部材と横桁の中詰めコンクリートが一体となっていることが確認できた。

4.6 超高耐久プレキャスト壁高欄の施工

別荘谷橋では、ガラス繊維 FRP ロッドを NEXCO 設計要領第二集に規定されている RC 壁高欄の標準配筋と同程度の断面積に置き換えた超高耐久プレキャスト壁高欄を採用した。壁高欄は、主桁に要求されるような高いせん断強度は不要であること、また凍結防止剤を含む雨水などが直接作用するためビニロン繊維を添加した高強度繊維補強コ

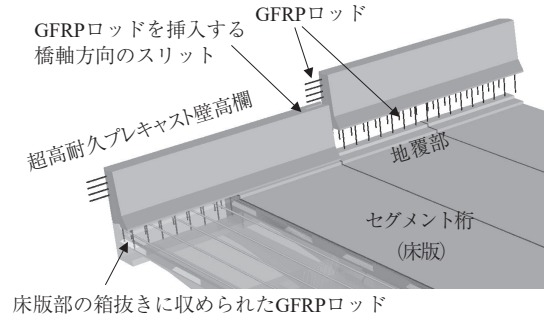


図 - 11 超高耐久プレキャスト壁高欄の概念図

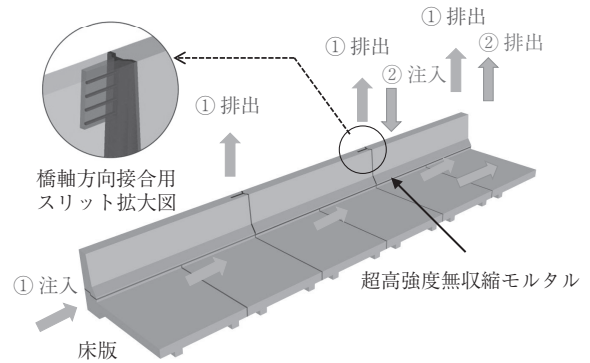


図 - 12 プレキャスト壁高欄の超高強度無収縮モルタル充填方法



写真 - 5 超高耐久プレキャスト壁高欄の架設

ンクリートを使用した。なお高速道路で採用するプレキャスト壁高欄は、各接合部や構成部材の衝突安全性を確認するため、標準配筋の RC 壁高欄と耐荷力や破壊形態を比較し照査する必要がある。高速道路会社が規定した衝突実験で性能を証明しなければならない。本壁高欄も衝突実験を実施し、RC 壁高欄と同等以上の安全性を有していることが証明されており、さらに、その高い耐久性を兼ね備えている点で優位性がある。

本壁高欄と床版および壁高欄相互の接合方法は、壁高欄から突出させたガラス繊維 FRP ロッドを他方の部材に設けた箱抜き孔またはスリットに収め、間隙部に超高強度無収縮モルタルを注入し一体化する構造としている。超高強度無収縮モルタルの注入は、ステップ・バイ・ステップ注入方式を採用しており、注入延長に制限はない（図 - 11、12）。別荘谷橋では、本線ヤードに仮置きした壁高欄を



写真 - 6 車両載荷試験

表 - 3 支間中央載荷の計算値と実測値の比較

項目	計算値	実測値
上床版のひずみ (μ)	-8	-8
下床版のひずみ (μ)	23	19
コンクリートの実弾性係数 (N/mm ²)	41 400	

220 t クレーンで架設し、ストックヤードから製品を取出し架設完了までの作業時間は約 15 分、壁高欄の据付け調整に 10 分程度であった(写真 - 5)。施工延長が長く作業が習熟すれば、壁高欄の架設は 75 m/日以上の施工が可能で、工期短縮の一技術として有効であると考える。

5. 車両載荷試験と維持管理への取組み

5.1 車両載荷試験

壁高欄完成後、車両載荷による静的および動的載荷試験を実施し、設計で想定されるひずみや変位、固有振動数などを確認した。車両総重量 39.6 t の移動式クレーンを構造中心や張出し床版先端位置に載荷することにより、本橋の耐荷性能や振動特性を把握し、設計値や固有値解析の結果と比較した。車両を支間中央に載荷した際の上下床版ひずみの計算値と実測値の一例を表 - 3 に、載荷状況を写真 - 6 に示す。静的載荷試験では各種ひずみや変位などの挙動が設計値とおおむね一致した。また、載荷車両の車輪を高さ 15 cm 程度垂直落下させ橋桁全体を振動させる動的載荷試験では、桁の固有振動数が固有値解析の値とおおむね一致していることを確認した。主桁の振動モードについても、固有値解析で得られた 1 ~ 3 次モードと実験値とが一致した。これらの載荷試験の結果から、本橋が設計で期待した所要の性能を有していること、また今回が世界初の施工ではあったが要求品質を満足していることが確認できた。

5.2 維持管理への取組み

超高耐久橋梁の高速道路への適用は世界初であり、本構造の長期健全性を明らかにするため、上下床版やバタフライウェブのひずみ、セグメント間の目開き変位の計測に加え、無線加速度センサーを用いて外ケーブルの張力変動や橋梁の振動などを自動計測する常時モニタリングシステムを構築し、運用している(図 - 13, 写真 - 7)。各計測データは自動的に解析処理されクラウド上に蓄積されており、パソコンやタブレット端末などからアクセスし閲覧す

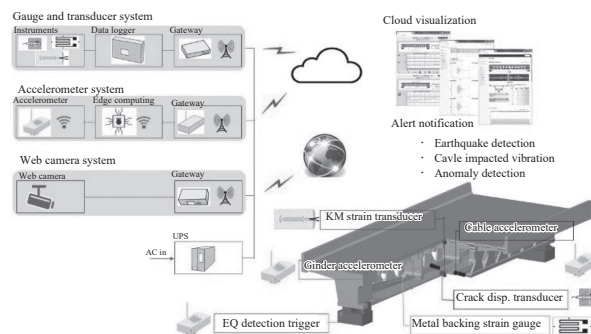


図 - 13 別荘谷橋モニタリングシステム図

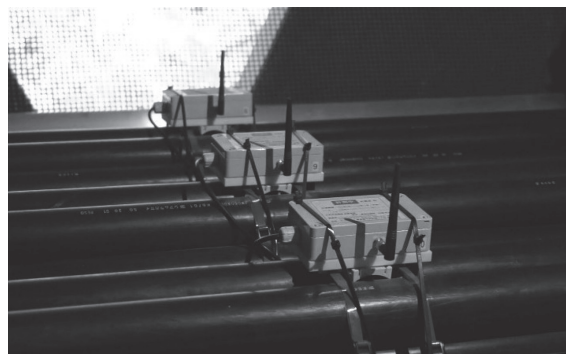


写真 - 7 加速度センサーによる張力モニタリング



写真 - 8 バタフライウェブ構造の桁内照度

ることができる。また、別荘谷橋建設直後に実施した車両載荷試験結果や季節変動の傾向より各計測データのばらつきを考慮した閾値を任意に設定することも可能で、今後 10 年間のモニタリングを通じて、本構造の耐荷性能や耐久性能などについて評価を行う。

ここで、バタフライウェブ構造を採用した場合の維持管理性の向上の一例について紹介する。写真 - 8 は、日中の別荘谷橋桁内である。通常の箱桁橋では、桁内に日光が入らず、換気もできない。一方、バタフライウェブ構造はウェブが不連続で開口部が存在することから、照度が確保され空気も澄んだ状態となっている。このため、本構造は点検の容易性や点検者の安全性において従来橋梁よりもメリットがあり維持管理性が高いといえる。

6. 今後の技術展開

今後の技術展開として、現在実用化に向けた取組みを行

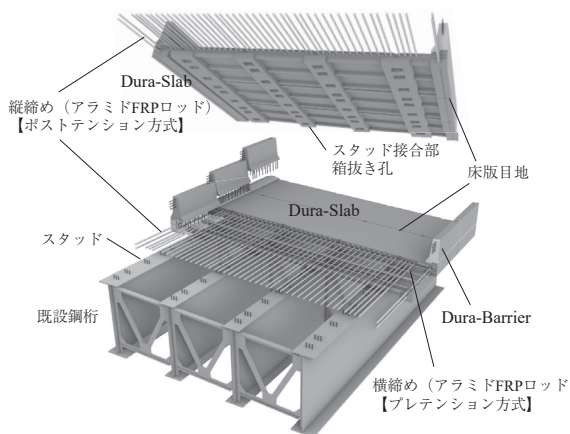


図 - 14 超高耐久床版の適用例

っている超高耐久橋床版について紹介する。すでに多くの鋼橋において既存のコンクリート床版がプレキャスト PC 床版に取替えられてきているが、同床版も将来の維持管理の負担をかぎりなく低減することを目的として開発した。その適用例を図 - 14 に示す。

コンクリートには、箱桁構造で要求された高いせん断強度は不要であるため、混入する短繊維は非鉄製のビニロン繊維としている点で異なるが、引張応力に対してはアラミド FRP ロッドを配置しプレストレス力で補強している。プレキャスト部材の弱点となりやすい床版目地はフルプレストレス状態とするため、橋軸方向にもアラミド FRP ロッドを主ケーブルとして配置している。鋼桁と床版との接合には非合成桁として配置するスタッドが存在するため床版下面にスタッド接合箱抜き孔を設けているが、床版上面に開口部は設けていない。また床版吊上げ時のアンカーもオールセラミックのインサートを利用し、床版上面に箱抜き孔等の打継面がないため、床版上面からコンクリート内部への浸水や床版目地部から鋼橋部材への漏水はない。

紙面の都合で詳細は省略するが、本成果を高速道路リニューアル工事に展開するため、中国自動車道蓼野第二橋(下り線)の床版取替え工事に初適用している。今後、蓼野第二橋で得られた超高耐久床版の知見についても整理し、一般公開をしていく次第である。

7. おわりに

別埜谷橋は、構造物の耐久性向上、将来の維持管理の負荷低減、第三者被害の抑制のため、腐食する材料を一切排除した超高耐久橋梁を高速道路橋に適用した世界初の橋梁である。この圧倒的な耐久性を有する別埜谷橋は、今後の供用中も大掛かりなメンテナンスが不要、かつ更新事業が不要となることで温室効果ガス排出に伴う環境破壊を抑制する効果も期待できる。つまり、持続可能な社会を支える



写真 - 9 別埜谷橋 (上流側から)



写真 - 10 別埜谷橋 (A2 側から)

サステイナブルな橋梁であるともいえる。今後は、別埜谷橋建設で得られた設計施工の知見を整理・マニュアル化し、維持管理のノウハウを取得すると共に、大規模更新事業への展開や本技術の一般化を図る。

最後に、徳島自動車道別埜谷橋は 2021 年 2 月にしゅん功を迎え開通しており、超高耐久橋梁の永年の研究に従事された諸先輩方、別埜谷橋の設計施工に携わったすべての関係者に深甚の謝意を記す。また今後、本技術がわが国で展開されることを期待する。

参考文献

- 1) 緒方辰男, 大城社司, 永元直樹, 片 健一: 超高耐久橋梁の開発と実証橋の施工, プレストレストコンクリート, Vol.58, No.2, pp.73-80, 2016.3
- 2) 福田雅人, 芦塚憲一郎, 藤岡泰輔, 三加 崇: 超高耐久橋梁の実用化に向けた実証橋の建設, 第 27 回プレレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.471-474, 2018.11
- 3) 永元直樹, 片 健一, 浅井 洋, 春日昭夫: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた新しいウェブ構造を有する箱桁橋に関する研究, 土木学会論文集 E, Vol.66, No.2, pp.132-146, 2010.4
- 4) 三加 崇, 大城社司, 松井隆行, 永元直樹: 高強度繊維補強コンクリートと AFRP 緊張材の PC 床版の疲労特性に関する研究, 第 22 回プレレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.395-400, 2013 年 10 月

【2021 年 6 月 30 日受付】

本報告の執筆者である芦塚憲一郎氏が去る 9 月 7 日にご逝去されました。
謹んで哀悼の意を表します。