

超高強度繊維補強コンクリートを用いたPC下路式歩道橋の施工報告

(株)安部日鋼工業	正会員	○横畑 勝彦
鳥取県東部総合事務所県土整備局		平井 康夫
(株)安部日鋼工業	正会員	福島 慶治
(株)安部日鋼工業	正会員	辛 軍青

1. はじめに

本歩道橋(写真-1)は、鳥取県一般県道鷹狩渡一本線の道路拡幅に伴い、千代川の支川にあたる曳田(ひけた)川に架かる曳田橋に併設される歩道橋(単独橋)として計画された。

本歩道橋ではPC橋2案、鋼橋2案から、既設道路橋(3径間ポストテンション単純PC橋)への影響も含め、施工性、環境への配慮、維持管理および橋梁の耐用年数を100年としトータルコストを評価した結果、軽量で1支間とできる超高強度繊維補強コンクリート(以下UFCと記載)を使用した単純PC下路橋が採用された。本報告はUFCの中で最も実績の多い「ダクタル(圧縮強度180N/mm²)」を用い、単純PC下路桁橋では国内最長支間となる63.3mの歩道橋の施工について行うものである。

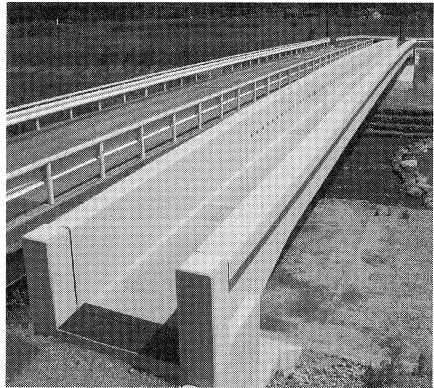


写真-1 全景

2. 橋梁概要

橋梁概要と橋梁一般図(図-1, 2)を以下に示す。

- 工 事 名 : 県道鷹狩渡一本線上部工事(地方特定)
- 構造形式 : ポストテンション単純PC下路桁橋
- 橋 長 : 64.5m
- 支 間 長 : 63.3m
- 幅 員 : 2.0m
- 平面線形 : R=∞
- 縦断勾配 : 2%放物線勾配
- 横断勾配 : 2%片勾配
- 荷 重 : 群集荷重 3.5KN/m²・雪荷重 1.0KN/m²

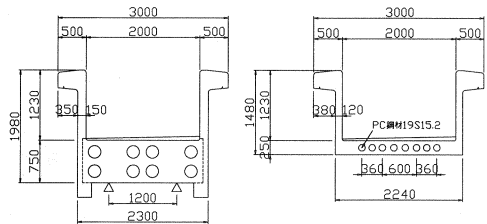


図-1 橋梁一般図(断面図)

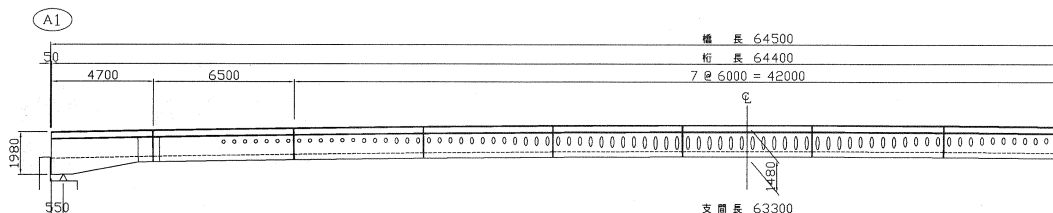


図-2 橋梁一般図(側面図)

本橋は UFC の持つ特性から断面を薄くし、軽量化を計ることができ、標準床板厚 250mm、支間中央の桁高は 1480mm で、桁高/スパン比は 1/43 を実現した。また歩行者への圧迫感を与えない配慮と、橋全体の美観性向上および自重軽減を目的としてウェブに $\phi 150 \sim W150 \cdot H600$ の開口を設けた。

プレキャストセグメントの接合目地は、場所打ちの UFC (以下ウェットジョイントと記す) で施工する構造である。ウェットジョイント部の強度については、常に全断面が圧縮応力域となる設計であり、必要圧縮強度は $100\text{N}/\text{mm}^2$ であった。

3. 施工概要

本橋の施工は「支保工組立工」、「運搬・架設工」、「場所打ち UFC 工」、「緊張・グラウト工」、「支保工解体工」の順で行った。

3.1. 支保工

セグメントを仮受けする支保工は、曳田川内の流水域に $\phi 1500\text{mm}$ のコルゲートパイプを 6 本埋設した盛土上に設置した。

支保工 (図-3) は支柱式を採用し、セグメント重量が最大 195kN であることと解体時の作業性を考慮し四角支柱を使用した。なお、支柱はセグメント接合目地ごとに 1 基ずつ独立したものを設置した。

支保工の構造に特に留意した点は、緊張時に発生する弾性短縮量を拘束しないことと、支柱反力が解体時に残存することからこれをキャンセルできる構造とすることである。

緊張時の弾性短縮を考慮し主桁の仮受け部 (写真-2) にテフロン板を設置し移動可能な構造とした。支柱反力については支保工上段に油圧ジャッキが内蔵可能な解体専用ジャッキ (写真-3) を使用することで残存する反力をキャンセル可能な構造とした。なお、解体ジャッキの使用にあたっては事前に解析および検討を行い本体構造への影響と支柱反力が最小となる方法にて行なった。

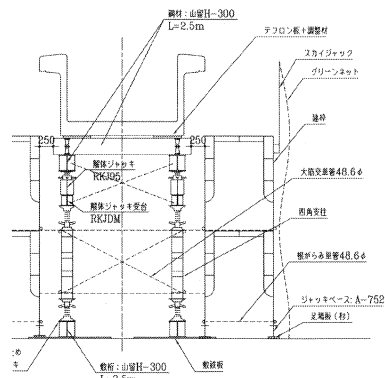


図-3 支保工構造図

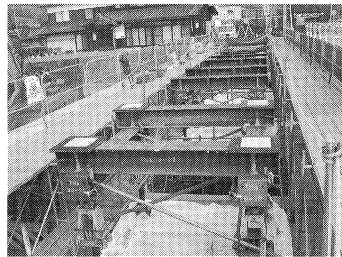


写真-2 テフロン板配置

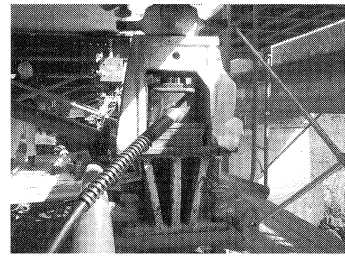


写真-3 解体ジャッキ使用

3.2. 運搬・架設

11 分割されたセグメントは 2 日に分け 20t トレーラー 11 台で現場に運搬し、目地ごとに配置された支保工上に、160t の油圧クレーンを用いて架設を行なった。(写真-4)

架設順序は両端部のセグメントから順に行い支間中央のセグメントを最後に落とし込み架設した。

本橋は U 形断面の下路桁であり、ウェブ厚が 120mm と薄いことから、吊上げ時にウェブに作用する荷重について検討を行いパイプサポートにて補強を行なった。

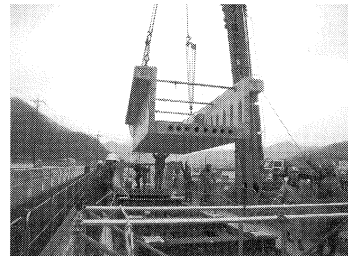


写真-4 セグメント架設

3.3. セグメント接合工

(1) 概要

セグメントの接合は、ウェットジョイントで接合する構造であるが、接合部を場所打ちにすることにより、セグメント製作精度の吸収のみならず、縦断線形に対しセグメント製作が容易である。

ウェットジョイント幅は当初 30mm であったが、床板内に配置されるシース (φ95) の接合施工性を考慮した結果 60mm の幅として設計変更を行い施工した。

また、ウェットジョイントの施工は、平均外気温 5℃の環境条件の中、ウェットジョイント部の圧縮強度を 100N/mm² 以上発現させるため、初期養生後に型枠を解体し給熱養生を実施する工程とした。接合工の施工フローを図-4 に示す。

(2) 練混ぜ

UFC の練混ぜは、公称容量 100 リットルの水平二軸ミキサー2 台を使用し、合計 12 バッチ行った。1 バッチ当たりの練混ぜ量は UFC 指針¹⁾ に準じミキサー公称容量の 50~70% を目安とし、試験練りにより練混ぜ時間、練上がりフローを確認した結果、1 バッチ当たり 70 リットルの練混ぜ量と決定した。(写真-5)

(3) 型枠・打設

ウェットジョイント部は、セグメント製作時に予め床板およびウェブ部に設置したインサートを型枠止め金具として使用し型枠を設置した。打設方法は、床板部を打設した後、一方のウェブから片押しで打設することにより未充填部または空気だまりの防止に努めた。

(4) 給熱養生

打設後、写真-6 のように橋桁全体を養生シートで囲い、ジェットファーンズ、ラバーヒーターを用い初期養生を実施し、σ₁ の圧縮強度は脱型強度 5N/mm² を上回ることを確認して型枠を解体した。事前に実施した温度-強度関係の確認実験の結果に基づき、養生温度は 40℃以上を目標とし給熱養生を行い、σ₄ の圧縮強度 147N/mm² を確認した後徐冷を行った。セグメント製造時と同様にセグメント内側 (ラバーヒーター設置面) と外側の温度差を 20℃以内に保つように、熱電対にて温度管理を行った。

温度上昇時に、最大 15℃/hr の上昇速度でラバーヒーターの温度設定を行った。所定強度を確認した後に温度降下を行い、急激な温度変化や部材間の温度差を生じさせないように最大-3℃/hr の比較的緩やかな速度で徐冷を行った。温度履歴グラフの一例を図-5 に示す。

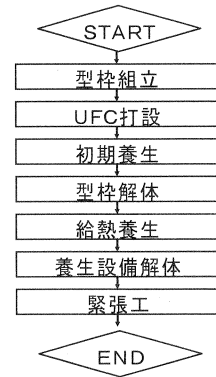


図-4 接合工施工フロー



写真-5 UFC 練混ぜ

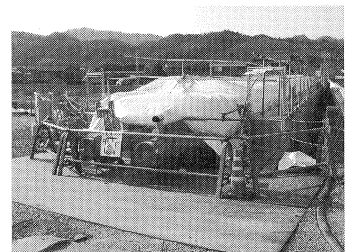


写真-6 給熱養生状況

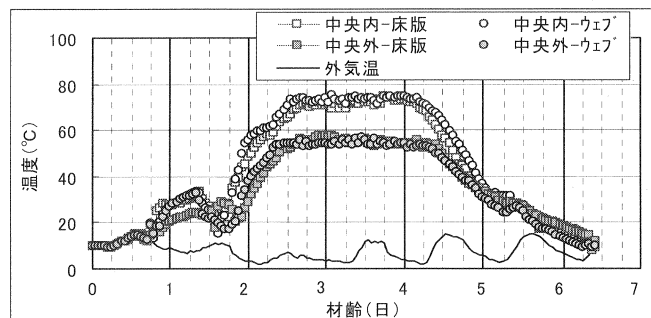


図-5 温度履歴グラフの例

3. 4. 緊張・グラウト工

緊張材はSWPR7BL 19S15.2を8ケーブル使用し、定着工法はVSL工法を採用した。緊張時の課題は、まず主桁断面が薄肉部材であり、横方向の曲げ剛性が低く緊張による横反りの恐れがあった。また、PCケーブルが全て部材厚の薄い下床版内に配置され、偏向部(図-6)が断面変化点の一箇所に集中しプレストレス導入時の腹圧力による割裂の懸念があった。

施工時の検討として、まず主桁の横反りについて、主桁図心に近いPCケーブルより順に対称の2ケーブルを同時に緊張し、偏心曲げモーメントの発生を抑えることで横反りの発生を防いだ。

また、偏向部の割裂について、設計照査の結果では安全性を確認したが、本橋のような大容量ケーブルを使用した薄肉部材の施工例は少ないため、さらなる安全対策として応力集中を低減するケーブル配置を提案し、FEM解析の結果(図-7, 8)、偏向部の集中応力が大幅に低減することが分かった。さらに、実構造物にひずみゲージを設置し安全性を確認しながら緊張作業を実施し、無事に施工を完了した。

なお、PCグラウトについて、材料は早強セメントを使用した高粘性型を採用し、注入作業は起点側端部からの片押しにて行った。

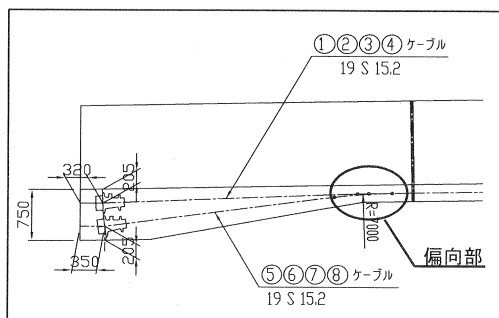


図-6 PC鋼材配置

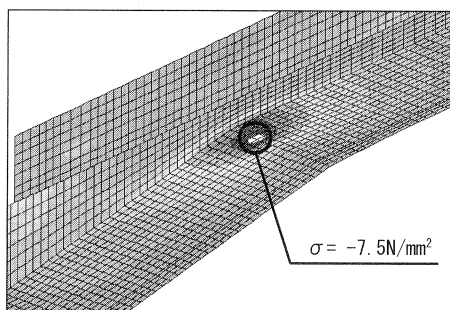


図-7 FEM解析結果(検討前)

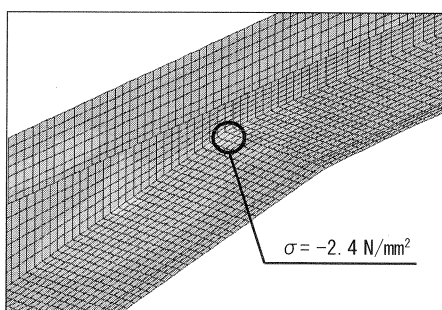


図-8 FEM解析結果(検討後)

4. おわりに

本橋の施工に関しては、報告した以外にも数々の課題があり、十分な事前検討と実作業従事者との協議の結果、予定通りの作業で十分な品質を得ることができた。

UFCは従来のコンクリートでは成しえなかった、薄肉部材による高強度、高靱性、高耐久性の特性を生かし、さまざまな構造物へ適応されていることにより、今後のさらなる発展が見込まれているものである。

最後に、本橋の製造および施工に際しまして、多大なご指導、ご協力を頂きました関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (社) 土木学会：「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」，土木学会コンクリートライブラリー113，2004.9