

三兼池橋

— 日本初の超高強度繊維補強コンクリートによる連続桁橋 —

武者 浩透 *1・石田 有三 *2・山野井 毅 *3・山下 健 *4

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）は近年開発された新材料であり、本格的な橋梁への適用としては2002年に山形県酒田市の酒田みらい橋^{2,3)}に初めて用いられ、2004年には土木学会から設計・施工指針（案）¹⁾（以下、UFC指針（案））が刊行されている。その後、UFCの適用範囲は橋梁を中心としてさまざまな構造物へ広がりを見せており、その規模も徐々に大型の構造物へと展開している。今回報告する三兼池橋は、UFCを用いた橋梁としては初めての連続桁形式を採用した橋であり、橋長は81.2 mとUFC橋としては最大である（図-2）。

本橋は、福岡の南東に位置する大野城市における上大利地区宅地造成区域内に建設された歩道橋である。宅地造成地内の三兼池の周囲に巡らせた遊歩道の回遊性を高めるとともに、土地区画整理事業の記念碑的な役割を担っており、景観検討によりスレンダーなデザインが求められた。また、本橋の供用開始後に維持管理を行う大野城市からの要望もあり、耐久性に優れたUFC橋が採用された。このUFCには鋼繊維が配合されており、部材内に鉄筋を配置しないのが原則である。その結果、鉄筋のかぶりという規定がなくなるとともに、非常に高い圧縮強度（ $f_{ck} = 180 \text{ N/mm}^2$ ）を活用することにより、上床版7cm、ウェブ厚8～20cm、下床版8cm（図-1）といったきわめて薄い部材が実現されている。

本報告では、構造形式が決定された景観検討、構造・設計概要、および部材の製作と施工について特徴的な点について報告する。

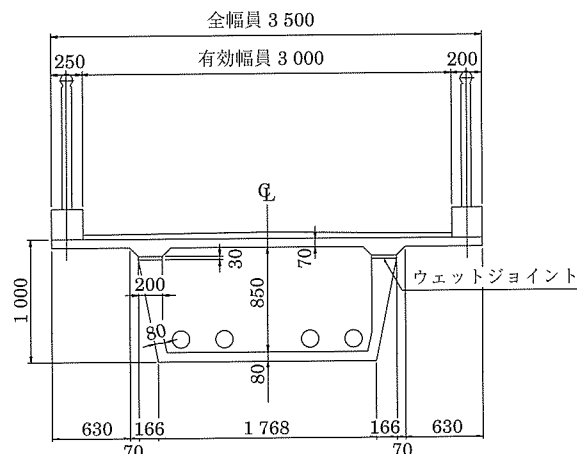


図-1 断面図

2. 工事概要

工 事 名：H18 三兼池歩道橋上部工工事
 発 注 者：大野城市上大利北土地区画整理組合
 設 計 者：大成建設株式会社
 施 工 者：大成建設株式会社
 規 格：歩行者専用道路
 架橋位置：福岡県大野城市上大利『三兼池公園』内
 構造形式：PC2径間連続箱桁橋
 使用材料：UFC（ダクトル）
 橋 長：81.2 m
 支 間 長：39.9 m + 39.9 m
 有効幅員：3.0 m
 架設工法：プレキャストブロック工法

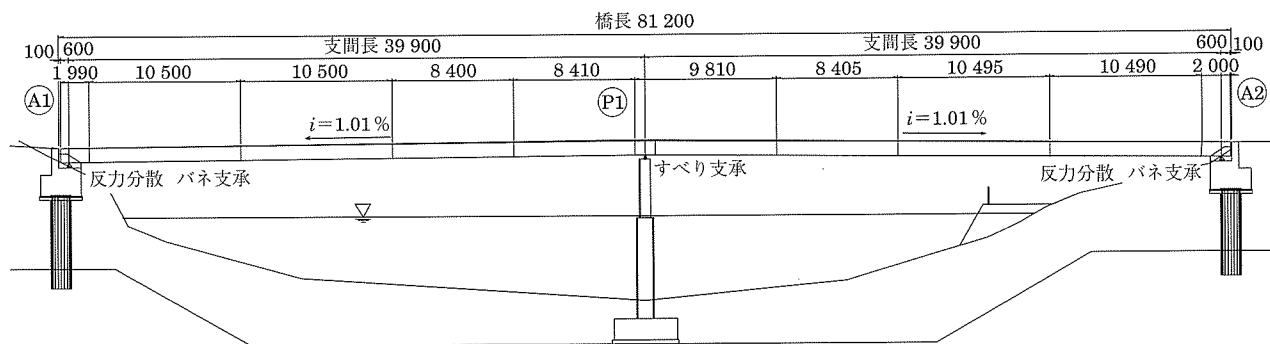


図-2 側面図

*1 Hiroyuki MUSA : 大成建設(株) 技術センター土木技術開発部

*2 Yuzo ISHIDA : 大成建設(株) 土木設計部設計計画室

*3 Takeshi YAMANOI : 大成建設(株) 九州支店

*4 Takeru YAMASHITA : 大野城市上大利北土地区画整理組合

3. 景観検討

3.1 施設の位置付け

本橋は、大野城市上大利北土地区画整理事業における施設として、三兼池公園に接する三兼池の上空に計画された。

この三兼池公園は、土地区画整理事業に伴う整備事業であり、三兼池を取り巻くように遊歩道が設置されている。本橋梁は、この遊歩道の歩行ルートの機能を補てんすることを目的とした。

また、本橋梁は土地区画整理事業における、公共施設への投資の一部でもあり、この事業全体の記念碑的役割も担っている。

以上のことから、景観デザインの検討を進めるにあたって、本橋梁を以下のように位置付けた。

- ① 遊歩道の回遊性を高め、歩行者動線の機能を向上させる。
- ② 土地区画整理事業の記念碑として、シンボリックな存在とさせる。

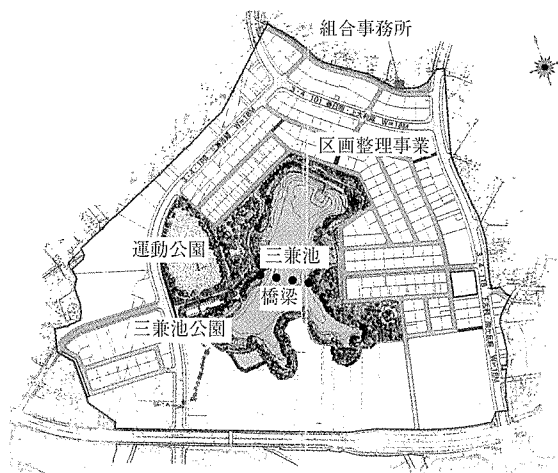


図-3 設置位置関係図

3.2 橋梁の設置位置

本橋梁の設置位置は、遊歩道の回遊性を高め、歩行者動線の機能を向上させる目的から、三兼池の中央を横断する位置とし、東街区と西街区および運動公園を最短で結ぶ歩行者動線とした。また、土地区画整理事業の記念碑として、シンボリックな存在とさせるため、遊歩道の随所から橋梁を眺められる位置を選択した。

3.3 デザイン方針

(1) 視点場からの風景(場)の分析

本橋梁の設置位置を確定後、遊歩道等の主要な視点場から橋梁の背景となる風景(場)の調査を行い、この風景に新たに加わる主役(図)のあり方について分析を加えた。

各視点場からの風景(場)の特徴は、写真-1に示すように、大きな人工物は存在せず、三兼池の水面と公園内の樹木が、視野の大半を占める自然景観と判断できる。

(2) デザイン方針

この自然景観を背景にした新しい風景の主役(図)とし

ての本橋梁のデザイン方針としては、自然景観を阻害しないシンプルな形状とすることで、自然景観との調和を図ることを第一とした。また、土地区画整理事業の記念碑として、シンボリックな存在とさせることを意識し、シンプルでありながら、存在感があり、個性的な印象をもたすことを第二の方針とした。

この二つの方針から、本橋梁は、直線的な形状でありながら、薄さを強調することにより、水上を歩くことへの緊張感を感じさせるとともに、スレンダーな形状により近代的な印象を与え、新しい住宅地の未来を象徴するシンボルとしての存在感を演出することとした。

3.4 構造形式の選定

デザイン方針にて定められたスレンダー性を表現することと、本橋梁の共用開始後、維持管理を行う大野城市からの要望であるメンテナンスフリーを実現するために、超高強度繊維補強コンクリートを採用した2径間の連続桁方式を採用した。

施工性および経済性の観点から、1径間や3径間の構造形式も検討されたが、外部景観における直線性を強く出すこと、桁高を極限まで小さくすることに重きを置き、最終的に2径間の連続桁を採用した。



写真-1 主要視点場からの架橋位置の見え方

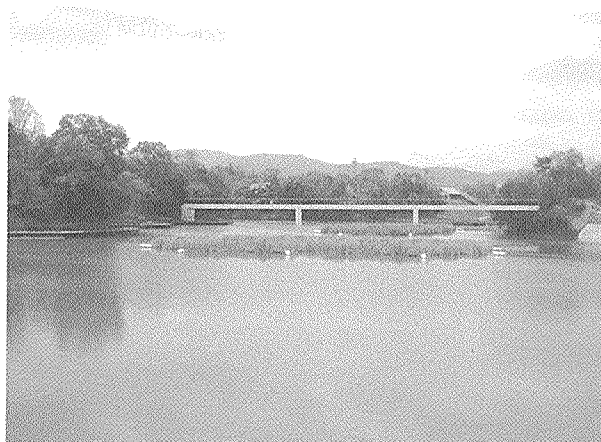


写真-2 構造形式検討時に作成された完成予想CG
(注: 3径間の場合・橋梁手前は浮島による緑地帯)

3.5 桁のデザイン

桁の形状は、外部景観における直線性およびスレンダー性を強調するため、箱桁の等断面とし、さらに、橋梁のフェイスアラインを強調し、材料の耐久性を高めることを目的に地覆はステンレス製カバーを採用した（写真 - 3）。



写真 - 3 ステンレス製の地覆カバーとアルミ鋳物高欄

3.6 橋脚のデザイン

RC 構造の橋脚は、水面下の部分を矩形断面とし、水面上は小断面の二本柱形状とした（写真 - 4）。スレンダーな

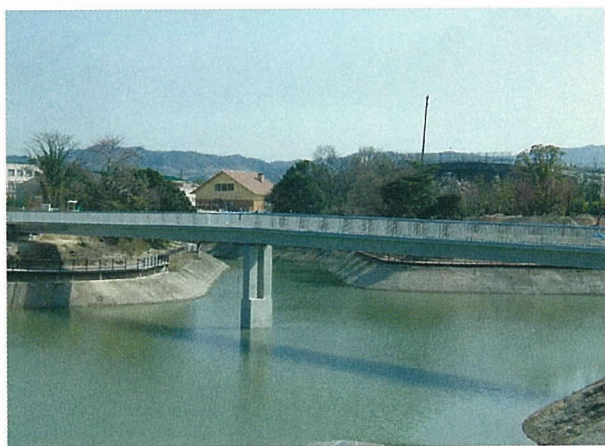


写真 - 4 橋脚形状（施工中の低水位時）

桁を受ける柱を極限まで細くすることで、橋梁本体の薄さを強調している。また、橋梁を見る角度の違いにより、見え方に変化を与えることで、シンボル性を高めている。

3.7 付属物のデザイン

付属物として、橋梁デザインの印象を大きく左右する要素として、高欄や照明、排水施設等があげられる。

高欄に関しては、支柱を用いないバラスタータイプとし、横方向の連続性を確保することで、橋梁の直線性を高めた。高欄の所定の強度を確保するため、バラスターはアルミの鋳物を採用した。

また、板状のバラスターを採用することで、斜め方向からの見えでは、板構造が重なり視界を塞ぎ、歩行者空間としての囲まれ感や安心感を与える（写真 - 3）と同時に、橋梁直角方向からの見えでは、視界の抜けを演出し、特定の場所からの外部景観では、背後の風景が透けて見える特徴的な景観（写真 - 6）を演出することを意図した。

照明も、高欄と同様に横方向の連続性を確保するため、支柱タイプの照明は用いず、地覆埋込みタイプのフットライトを採用し、親柱の意匠照明と合わせて、夜間景観を特徴的に演出することも意図した。

舗装には透水性舗装を採用しており、縦断勾配により舗装下を流れる雨水は、橋梁の両端部に設けた縦排水部に集水され、桁下を横引きしてアバット近辺で排水している。

舗装面や橋脚等に排水施設を極力露出させないことを目



写真 - 5 内部景観



写真 - 6 完成後の橋梁全景

（注：アルミ高欄部が透けて見え、トップレールとステンレス地覆、桁側面の 3 つのラインが強調されている）

指し、歩きやすく、直線的でスレンダーな橋梁デザインを強調させた。

4. 設 計

4.1 構造概要

(1) 使用材料

本橋では超高強度と耐久性を兼ね備えた UFC 材料であるダクトルを用いている。このダクトルは、圧縮強度の特性値が 180 N/mm^2 、引張強度の特性値が 8.8 N/mm^2 のセメント系複合材である。また、高張力鋼繊維（ $\phi 0.2 \text{ mm}$ 、長さ $L = 15 \text{ mm}$ ）が容積比で 2 %（ 157 kg/m^3 ）配合されており、鉄筋は使用しないのが原則である。

(2) 桁高スパン比

通常の PC 箱桁橋の場合、桁高スパン比が $1/20$ 程度であるが、本歩道橋はダクトルの使用によりスパン 40 m にも関わらず、桁高を 1 m に抑えることが可能となり、桁高スパン比 $1/40$ と非常にスレンダーなプロポーションを実現している。

(3) 連続桁形式

UFC による橋梁としては国内初の連続桁形式を採用している。スパンは、 $39.9 \text{ m} + 39.9 \text{ m}$ の 2 径間で、橋長は 81.2 m であり、UFC 橋としては国内最大である。

(4) 全外ケーブル方式

PC 構造は、全外ケーブル方式を採用し、使用した外ケーブルは 19S15.2 であり、4 本の配置により $10\,400 \text{ kN}$ のプレストレスを与えている。

(5) ブロック分割

ダクトルはその材料の特性と品質管理の点から、工場製作のプレキャスト部材を現地で接合する工法を採用している。本橋のプレキャスト部材は、その製作・運搬および構造設計上の合理性を考慮して、その寸法が決定された。本橋のように橋体幅が 3.5 m ある橋の場合、プレキャスト部材のトラック輸送における寸法上の制限と、重量の制限により、橋軸方向に 2 m 程度に分割してセグメントとして運搬するのが通常である。しかしながら、ダクトル橋の場合、鉄筋を用いないため部材厚さを極限まで削ることができ、本橋では $7 \sim 20 \text{ cm}$ といった部材厚により大幅な軽量化を実現しており、大きなブロックでの運搬が可能であった。その利点を活用するため、本橋では桁断面を、上床版と U 桁に分割した（図 - 1 および図 - 5）。これにより、幅が 2.10 m である U 桁はトラックの荷台幅に容易に納まり、橋軸方向に $8 \sim 10 \text{ m}$ といった大きなブロック単位での分割が可能となった。

また、構造設計上においては、そのブロック分割により部材厚ならびに PC 鋼材量が最小となるように配慮した。本橋のようなダクトル部材の設計においては、通常のコンクリートとは異なり、ダクトルに -8.0 N/mm^2 までの引張りが期待できる。しかしながら、プレキャストブロック工法を用いている本橋では、ブロック継目は全断面圧縮が必要となり、それが PC 鋼材量の決定要因となる。そのため、U 桁の設計においては、そのブロック長をできるだけ長く設定し、ブロック継目の数を減らすとともに、その継目が

最大モーメント発生位置からできるだけ離れるようにブロック分割を設定した。さらに、最終的なブロック長は、製作プラントのダクトル練混ぜ可能数量や、型枠の転用性をも考慮して決定された。

一方、 3.5 m 幅の上床版はトラック運搬が容易なように、かつ U 桁上に 4 枚もしくは 5 枚配置されるように、橋軸方向に 2.1 m の長さで 36 ブロックに分割された。

(6) 桁間の接合方法

桁間の接合にはせん断キーを設けた U 桁を 3 cm の間隔で設置し、その間にダクトルの間詰めを行う接合方法（ウェットジョイント接合）を採用している。

この継目部の両側のプレキャスト桁側を凹型として窪ませ、そのわずかな隙間に同じ材料を打設して接合構造とする工法は、ダクトル橋梁特有の工法であり、酒田みらい橋建設の際に開発され、実験によってそのせん断伝達性能が確認されており、UFC 指針の参考資料に「継目部のせん断伝達耐力」として示されている。

このような継目部（目地部）を有する桁構造は、どうしてもその部分でのせん断耐力が一般部に比べ劣るため、構造仕様がその部分で決定される場合が多かった。しかしながら、桁側が凹構造のダクトルウェットジョイントは、以下の理由により一般部に劣らないせん断伝達性能を有することが分かっている。

① ダクトル橋はその部材厚が薄いことから、プレストレスによる圧縮応力度が大きい。本橋の場合、曲げ最大の位置での、有効プレストレスによる桁下縁の圧縮応力度は 37 N/mm^2 であり、プレストレスを桁断面積で割った平均圧縮応力度でも約 25 N/mm^2 と、一般の PC 橋に比べて数倍の非常に大きな圧縮力が導入されている。そのため、指針の式に従って、せん断伝達力の照査を行った場合では、桁間の摩擦力のみでせん断力に抵抗できるケースがほとんどである。本橋の場合、せん断伝達耐力 $6\,000 \text{ kN}$ に対して、終局時のせん断力は $1\,200 \text{ kN}$ と、せん断キーを設けない場合であっても、非常に高い安全性を有している。

② 図 - 4 に示すように、桁側に凹型のせん断キーを設けた構造にせん断力が作用した場合、ジョイント部のせん断キーには圧縮斜材が形成される。この間詰め材料もダクトルであることから、非常に高い圧縮強度を有しており、圧縮破壊には至らない。

③ せん断力が大きくなると、せん断キーの角部からクラックが生じ始めるが、本体側も間詰め部側も繊維補強であ

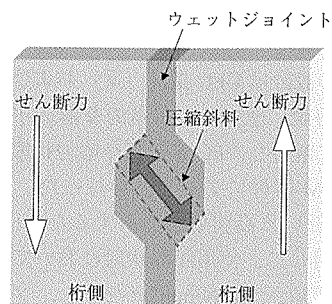


図 - 4 せん断キー概念図

ることから、粘り強い挙動を示し、すぐにはクラック幅の増大には至らない。

これらの理由により、このウェットジョイントは優れたせん断伝達性能を有しており、過去に実施されたせん断実験⁵⁾においても、一般部同等の耐力が確認されている。

(7) 床版と桁の結合方法

上床版とウェブとの接合方法には、パーフォボンドジベル（以下 PBL：写真 - 7）を採用している。以下に結合構造概要を図 - 5 に示す。この結合方法は、鋼桁もしくは波形鋼板プレートとコンクリート床版を結合する技術をダクトルに応用したものである。通常のアンカーボルトやスタッドジベルでは、ダクトルの圧縮強度とのバランスを取ることができずに鋼材側が降伏してしまう。そのため本橋では、厚さ 22 mm 鋼板を用いたパーフォボンドジベルを用いて、ダクトルの床版と桁の結合を行っている。

本橋の設計の際には、PBL 1 個あたりの耐力や、配置ピッチ、PBL に必要な被りなどについて、過去の実験結果^{6, 7)}より設定している。

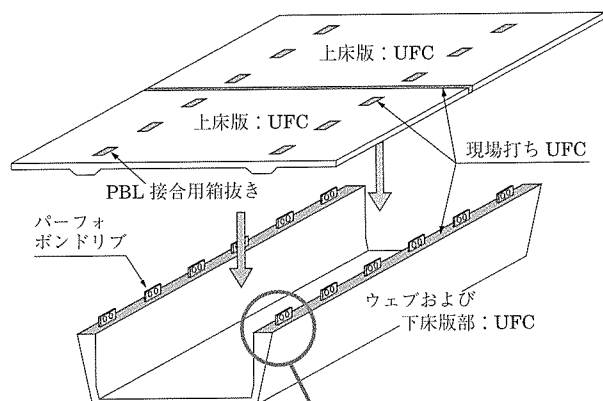


図 - 5 桁 - 床版結合概要図

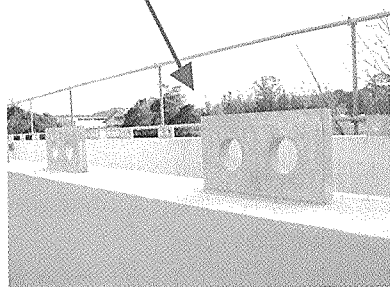


写真 - 7 孔開き鋼板ジベル（PBL）

4.2 設計概要

(1) 設計方針

ダクトル桁の設計は UFC 指針（案）および立体横断施設技術基準・同解説に準拠し、基本的な構造寸法は 2 次元骨組みモデルにて解析し、PC 定着部や応力状態が複雑な横断部は 3 次元 FEM 解析により設計を行った。また、圧縮強度 180 N/mm² という高強度を活用するために大容量の PC 鋼より線を使用して、使用限界状態においてひび割れ発生限界の応力制限値 - 8.0 N/mm²（ただし、プレキャストセグメント工法を採用しているため接合部についてはフルブ

レストレスとした）に抑えるようにし、終局限界状態では設計耐力の照査を行っている。

(2) 橋軸方向の設計

橋軸方向は外ケーブルによる PC 構造とした。PC ケーブルは 19S15.2 で、部材の薄肉化やメンテナンスの容易さを考慮して外ケーブル方式を採用した。

使用限界状態における橋軸方向の最大軸圧縮応力は、上縁、下縁ともに 25 N/mm² 以上であり、非常に高い軸圧縮応力が導入されている。本歩道橋の単位体積当たりの PC 鋼材重量が 122 kg/m³（一般的な PC 橋では 30 kg/m³ 程度）となっていることから、ダクトルの圧縮強度を十分に活用・発揮した構造だといえる。

(3) 橋軸直角方向の設計

橋軸直角方向（床版の設計）は、群集荷重（5 kN/m²）に対して、ダクトルのひび割れ発生強度 - 8.0 N/mm² 以内となるように部材厚を 70 mm と設定し、床版横筋は配置していない。

(4) た わ み

たわみの検討は、立体横断施設技術基準・同解説に従い、以下の式（1）の条件を満足することを確認した。

$$\delta < L/600 \quad (1)$$

δ : 群集荷重によるたわみ L = スパン長

計算の結果、群集荷重によるたわみが 53 mm であり、 $L/600$ ($L = 39.9$ m) が 66.5 mm となり、式（1）を満足した。

(5) 振 動

本歩道橋では振動に対する照査として、立体横断施設技術基準・同解説に従い固有振動数が 2 Hz 前後にならないようにした。立体横断施設技術基準・同解説に示されている固有振動数の算出式は単純桁の場合であるため、連続桁である本橋梁は固有値解析により算出した。

(6) 中間支点横桁の設計

中間支点横桁部は、外ケーブルの偏向による腹圧力や支承反力により応力状態が複雑なことから、3 次元 FEM により設計を行っている。ダクトル橋では鉄筋を使用しないことから解析による主引張応力がダクトルのひび割れ発生強度 - 8.0 N/mm² 以内¹⁾ となるように設計を行った。以下の図 - 6、7 に 3 次元 FEM による結果を示す。

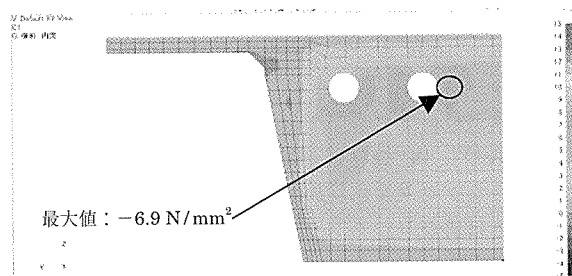


図 - 6 死荷重時：最大主応力図

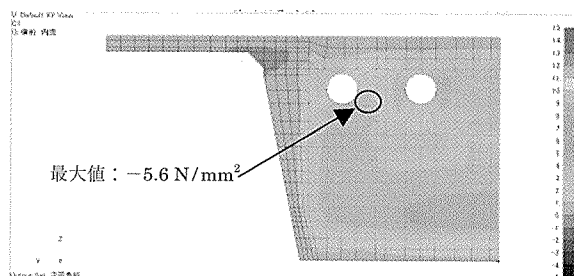


図-7 活荷重時：最大主応力図

5. プレキャスト部材の製造

プレキャスト部材の製造はコンクリート2次製品工場で行った。製造フローを図-8に示す。このフローで特徴的なところは、鉄筋を配置しないため、鉄筋組みの工程がない点と、2次養生と呼ばれる高温の蒸気養生を行う点である。

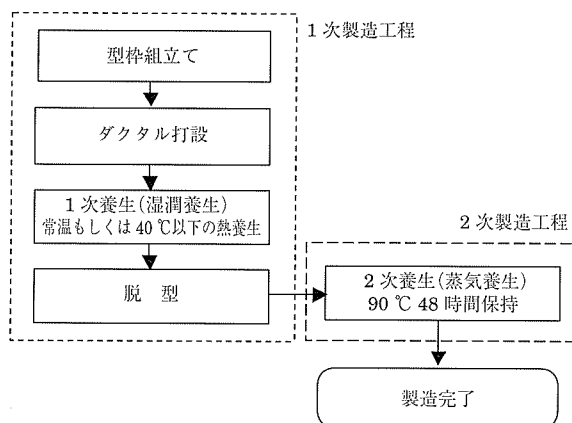


図-8 プレキャスト部材の製造フロー

(1) 練 混 ゼ

ダクトは粗骨材を含まない粉体系の材料で、水セメント比は22%であり、またシリカフューム等の反応性微粉体も含まれているため、水結合材比では14%以下と単位水量が非常に少ない。そのため粘性が高く、とくに練混ぜ初期にミキサーに高い負荷が生じるため、練混ぜ定数数量の6～7割程度に練り量を減らすのが通例である。三兼池橋の部材製作に際しては、定数練混ぜ容量1.5 m³の強制練り水平2軸ミキサーを用いたが、設備を改造して1.3 m³と定数容量の約9割まで練混ぜ能力を増強して製造を行った。

(2) 打 設

ダクトはモルタルフロー用のコーンを用いたフローテストで250 mm程度（スランプフローでは850 mm程度）と非常に流動性の高い材料であることから、型枠の密閉性および剛性には十分な配慮が必要である。その反面、トレミー管等を用いて下面から打ち上げる際には、その流動性と充てん性から棒バイブレーター等は不要であり、充てん性の確認とレベリングの補助のために型枠振動機を適時使用するだけである。

U桁の打設に際しては、上下を反転した逆打ち方式を採用した。これは、U桁の形状どおりに打設する場合、内型枠が浮き枠となり、高流動によりコンクリート液圧の揚圧力が生じて、型枠に非常に高い剛性が必要となり不経済となるためである。

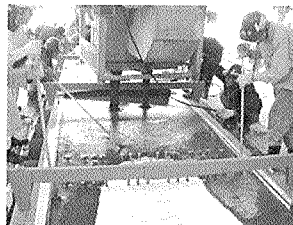


写真-8 U桁打設状況

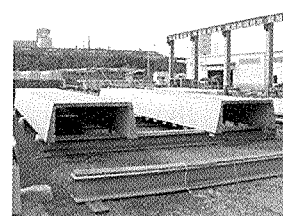


写真-9 脱型後のブロック

(3) 1 次 養 生

ダクトは打設後、1次養生と呼ばれる湿潤養生を行う。ダクトの凝結開始は、10～12時間後と多量に添加される高性能減水材の影響で非常に遅い。そのため、適切なフロー管理を行えば練混ぜ後3～4時間後であっても打設は十分可能ではあるが、現時点では従来のコンクリートの指針に準じて2時間以内の打設としている。このように凝結開始は遅いものの、一旦開始するとその強度発現は非常に速く、季節にもよるが夏季には2 N/mm² / 時間ほどのスピードで強度が発現する。さらに30～40℃での促進養生を行えば、24時間後には、40～50 N/mm²もの強度が確保でき、翌日脱型が可能である。

(4) 2 次 養 生

UFC系の材料、とくにダクトにおいて製造上の大きな特徴は、2次養生と呼ばれる高温蒸気養生を行うことである。2次養生はダクトの強度発現と部材の自己収縮を一気に促進して、安定した高緻密な固化体を形成する手段である。ダクトは2次養生として、90℃の蒸気養生を48時間行うのが通例である。初期の24時間で平均強度の200 N/mm²にほぼ到達するが、残りの24時間で部材の緻密さ

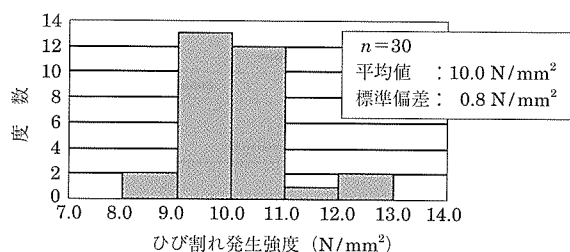
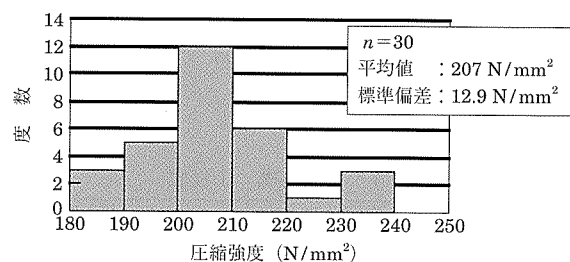


図-9 強度グラフ

をさらに促進して高耐久性をより確実なものとしている。

もし2次養生を行わない場合には、1次養生後に経時とともに強度は徐々に増進し、その最終強度はその間の環境温度に大きく依存するが、長期的には120～160 N/mm²程度まで達する。

(5) 品質管理

図-9に打設日ごとに採取した供試体の強度試験結果を示す。圧縮強度に関しては、比較的に高い強度のものがあったため、標準偏差が多少大きくなっている。ひび割れ発生強度においては、ばらつきの少ない結果であった。

6. 施 工

図-10に上部工の施工フローを示す。

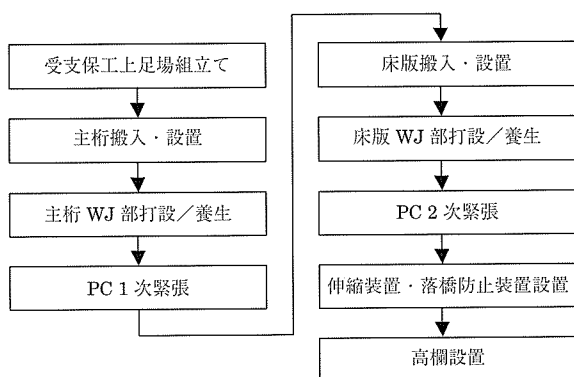


図-10 上部工 施工フロー

6.1 施工方法の特徴

本橋で用いている施工方法は、支保工上にプレキャスト桁を全数設置し、桁間のわずかな隙間にダクトルを打設（ウェットジョイント）した後、PCを緊張することにより、橋体を一体化する工法である。

この工法の特徴（利点）は、

① 上部工の現場施工期間を短くできる

工場でプレキャスト桁を製作した後に、一気に架設するため、現場の施工期間を短くできる。表-1に工程表を示すが、81 mの上部工躯体の施工に要した期間は約3週間である。

表-1 三兼池橋 工程表

	2006 年			2007 年		
	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
UFC 桁製作工						
下部工						
上部工						
高欄工・橋面工						
仮設工						

② 精度やレベル管理が容易である

工場製作のプレキャスト桁自体は高い精度での製作が可能である。また、支保工上の設置に際しては、上げ越し計

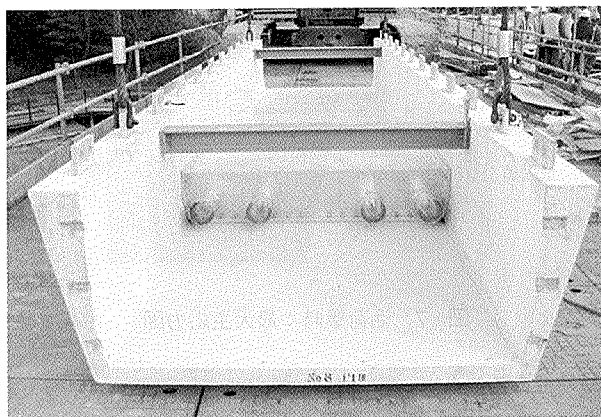


写真-10 U桁ブロック

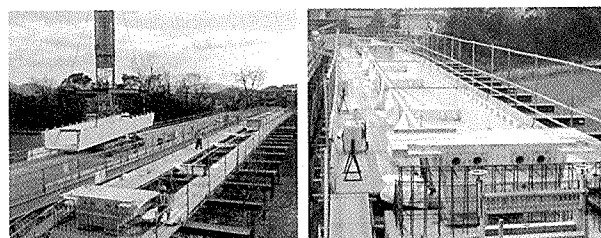


写真-11 U桁架設状況

算やPC緊張後の短縮量等を考慮したうえでの位置決めが可能であり、その方法も受け桁のレベル調整や桁のセット位置の調整で十分であり容易である。つまり、ウェットジョイント部が精度調整の緩衝部となっており、ドライジョイントのように桁の端面精度が橋全体の精度を左右することはない。また、その後に構造系の変化がないことや、2次養生を終えたダクトル部材は従来のコンクリートに比べて自己収縮やクリープが小さいことから、完成後の経時による変形は少ないものと判断される。

この施工方法は、上記のような利点をもつ反面、プレキャスト桁の製作工期の確保、ウェットジョイント部の養生といった課題も抱えている。

6.2 施工ステップ

(1) 主桁設置

主桁の架設は、隣接した栈橋上の50 tクローラークレーンを用いて行った。ダクトルを用いた薄肉化により、最大ブロック長の10.4 mの桁においても、重量は9.2 tと軽量であり、支保工の受け桁上に設置する際の位置調整も容易である。2日間で全11ブロックの架設を行ったが、実質の設置に要した時間は6時間程度であった。

(2) 主桁ウェットジョイント部打設

主桁は3 cmの間隔を空けて設置され、その隙間にダクトルを打設する。非常にわずかな隙間であるが、流動性の非常に高いダクトルでは、その充てん性に問題がないことを、過去の事例^{2), 4)}において型枠材にアクリル版を用いた打設にて目視確認している（写真-13）。

(3) 床版設置

主桁ウェットジョイント部の1次養生後、クレーンにて床版（1.5 t）の設置を行った（写真-14、15）。各床版間お

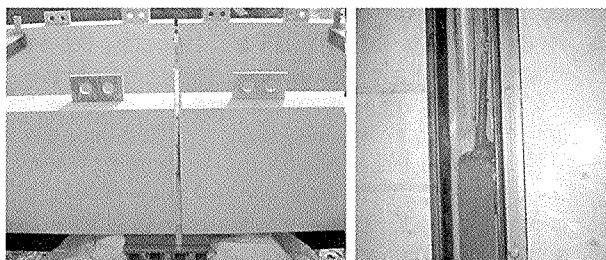


写真-12 ブロックの設置

写真-13 WJ 打設確認
(酒田みらい橋)

よび床版とウェブの間は、後日ダクトルで充てんされるため、所定の位置にセットするだけの作業であり、全36枚の設置は、6時間程の作業で終了した。

(4) 床版 WJ 部打設

床版のウェットジョイントは、PBL 周りの開口部と床版-ウェブ間にダクトルを打設する。狭隘な部分への打設であるが、両ウェブの総延長が約 160 m に渡るため、ダクトル数量は 1.53 m³ となった。そのため、現地に 150 L 練りのミキサーを設置して、120 L / バッチとし、ロス等も含めて 16 バッチの練混ぜを行った。目標フロー値は、充てん

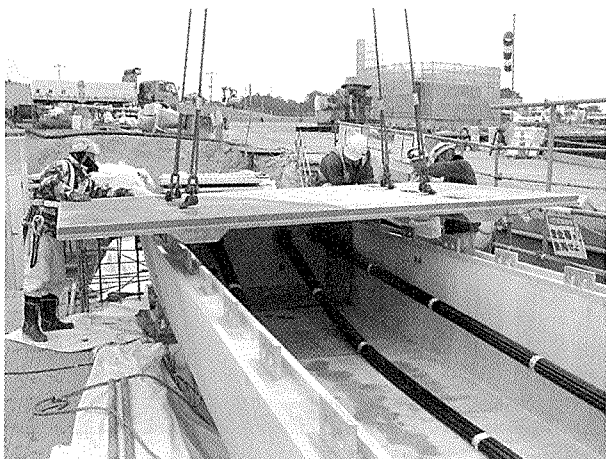


写真-14 床版の設置状況

写真-15 床版設置後
(開口部からジベルが確認できる)

性を考慮して管理基準上限の 260 ~ 280 mm とし、縦断勾配の低い側の PBL 開口部から打設を行い、順次開口部の充てんを確認しながら打設を実施した (写真-16)。

(5) ウェットジョイント部 2 次養生

ウェットジョイントの現場 2 次養生は、桁間の連結および床版と桁の合成を確保するために重要な作業である。本橋の場合、この養生時期が冬季であったため、局部的な給熱養生では、養生温度のむらができ安定した強度の確保が難しいことから、橋全体をシートで覆いジェットファーンネスを用いた 2 次養生を行った (写真-17)。

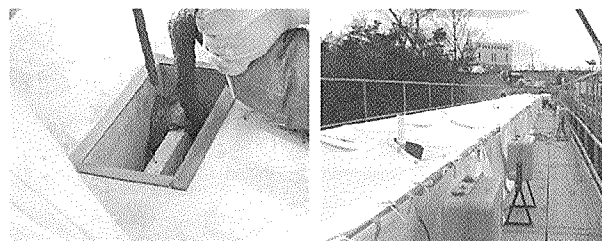


写真-16 PBL 周りの充填作業 写真-17 現場 2 次養生状況

2 次養生の品質管理は、橋体の各部に設置した熱伝対による養生温度のモニタリングと、供試体の強度確認によって実施した。以下にその管理方法を示す。

- ① 供試体 (φ 50 × 100) はウェットジョイント打設時に必要個数製作しておき、橋体の温度計測位置に橋体と同等の養生温度となるように設置する。
- ② 橋体と供試体の温度履歴を随時監視しながら、供試体が橋体と同等の熱養生を受けていることを確認し、供試体の強度を順次確認する。
- ③ 供試体強度が、目標強度をクリアしたことを確認した時点で橋体側も同等の強度が確保されたと判断し、徐々に温度を下げて養生を終了する。

当該時期が 1 月であったため、当初養生温度は 40 ℃ を目標としていたが、好天に恵まれた結果、養生シート内の雰囲気温度は 40 ~ 50 ℃ の間で保持され、養生開始 4 日目には、ウェットジョイント部の必要強度 100 N/mm² を大きく上回る 138 N/mm² を確認した。養生終了時の強度結果を表-2 に示す。

表-2 WJ 部強度試験結果

試験日 1/24 18:00 pm	圧縮強度 (N/mm ²)			
	A1 橋台	P1 橋桁	A2 橋台	平均
U 桁部 WJ (1/12 打設)	162.5	177.1	162.7	167.4
床版部 WJ (1/19 打設)	143.6	170.8	150.8	155.1

7. おわりに

この三兼池橋には、ダクトルを橋梁へ適用する際に開発されたさまざまな技術 (ブロック分割、設計手法、構造解析手法、景観検討、製造管理手法、施工方法等) が盛り込まれている。また、これらの技術は、数多くの解析や実験、さらには実績により裏付けられており、三兼池橋はこのよ

うな中規模の UFC 歩道橋としての 1 つの典型となるのではないかと考えられる。

今後これらの技術が、UFC 技術やコンクリート技術の発展の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート設計・施工指針（案），コンクリートライブラリー 113，2004
- 2) 武者浩透，大竹明朗，関文夫，大熊光，児玉明彦，小林忠司：無機系複合材料（RPC）を用いた酒田みらい橋の設計と施工，橋梁と基礎，Vol.36，No.11，pp.2-11，2002
- 3) 武者浩透，大竹明朗，児玉明彦，小林忠司：超高強度コンクリート系新素材「ダクトル」を用いた PC 橋梁の設計・施工 — 酒田みらい橋 —，プレストレストコンクリート，Vol.45，No.2，p40-48，Mar，2003
- 4) 細谷学，武者浩透，安部吉広，信夫榮：「赤倉温泉ゆけむり橋」の施工 — 超高強度繊維補強コンクリートを使用した PC 歩道橋 —，プレストレストコンクリート，Vol.46，No.3，p16-23，2004.
- 5) 田中良弘，武者浩透，大島邦裕，安部吉広：超高強度繊維補強コンクリートを使用した PC 橋梁の長大スパン化に関する研究開発，コンクリート工学，Vol.42，No.8，p30-36，2004
- 6) 福浦尚之，田中良弘：超高強度繊維補強コンクリートを用いた孔あき鋼板ジベルの力学的特性に関する基礎研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.2，2004
- 7) 大島邦裕，武者浩透，安部吉広：超高強度繊維補強コンクリート合成床版桁における接合部構造の開発 — 赤倉温泉ゆけむり橋への適用 —，土木学会第 59 回年次学術講演概要集

【2007 年 7 月 31 日受付】



刊行物案内

第 15 回 プレスト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

（平成18年10月）

本書は、平成18年10月に岐阜市（長良川国際会議場）で開催された標記シンポジウムの講演論文集です。

頒布価格：会員特価 10,000 円（非会員価格 12,000 円）（送料はいずれも 600 円）
体 裁：B5判，箱入り