

超高強度繊維補強コンクリート（ダクトル）を用いた PC 下路式歩道橋の施工

大成建設（株）土木設計部 正会員 博士（工学） ○細谷 学
 大成建設（株）技術センター 正会員 武者 浩透
 大成建設（株）広島支店 水谷 篤司
 大成建設（株）広島支店 西浦 哲雄

1. はじめに

本歩道橋は、広島県に位置する県道を跨ぐ連絡歩道橋であり、超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC と呼ぶ）であるダクトル（圧縮強度 $180\text{N}/\text{mm}^2$ ）を採用している。本橋は、UFC を適用した PC 橋としては初めての下路桁形式である。本橋に下路桁形式が採用された理由は、①県道の建築限界を確保すること、②本橋の架橋位置が交差点に近接しており、信号機に対する視距・視角の観点より桁下空間を確保する必要があること、③歩行者の通行する位置をできるだけ低くしたいこと、の3点である。本橋の設計については、前回のシンポジウムで報告済みであるため¹⁾、本稿では主に施工について報告する。

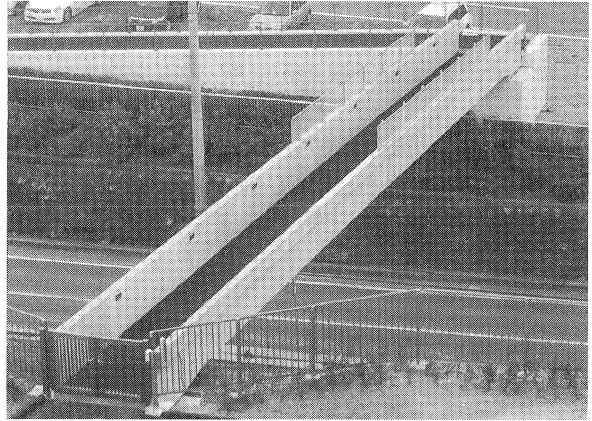


写真-1 完成写真

2. 橋梁概要

橋梁の概要を以下に示す。また、橋梁一般図を図-1 に示す。

橋梁形式：単径間 PC 下路桁歩道橋	縦断勾配：8.0%
橋長：33.1m（支間長 31.8m）	設計荷重：群集荷重 $3.5\text{kN}/\text{m}^2$
幅員：総幅員 2.5m（有効幅員 2.1m）	工期：2006年7月～2006年11月
桁高：1.280m（標準部）、1.470m（桁端部）	

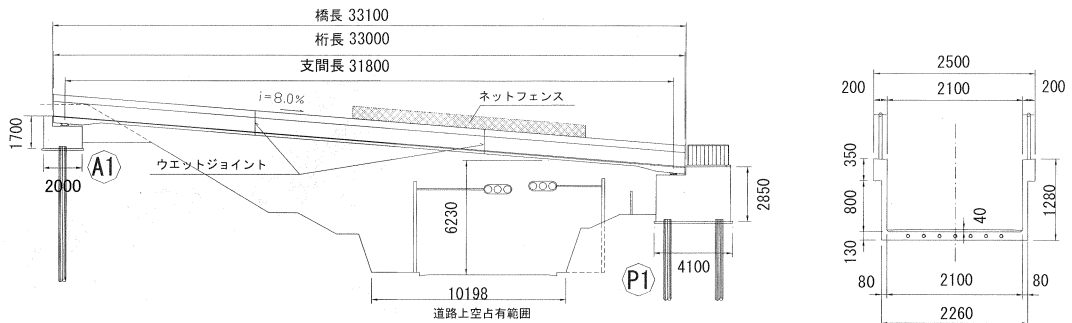


図-1 橋梁一般図

3. 設計概要

本歩道橋の基本的な設計方針は以下のとおりである。

①ダクトル橋としての設計方針

道路橋示方書²⁾ および超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)³⁾ より、骨組み解析より求められる発生曲げ応力度の制限値として、圧縮応力度は 108N/mm^2 、引張応力度は -8.0N/mm^2 (ただし、ウエットジョイント部は 0.0N/mm^2) を用いる。また、終局荷重作用時の検討には、文献³⁾ に示されているダクトルの応力-ひずみ曲線を用いて破壊抵抗曲げモーメントを算出する。

②歩道橋としての設計方針

立体横断施設技術基準・同解説⁴⁾ より、活荷重によるたわみがスパン長の $1/600$ ($=53\text{mm}$) 以下であること、振動について固有振動数が $1.5\sim 2.3\text{Hz}$ を避けていることを照査する。

本橋の場合、活荷重によるたわみが約 18mm 、1次の振動数が 2.9Hz であった。また、PC 定着部や支承等が密集して配置される桁端部については、発生する力の流れを3次元弾性FEM解析により把握し、主応力がダクトルの制限値を超えていないことを照査し、補強鉄筋が不要であることを確認している。

4. 施工

上部工の全体工程表を表-1に、現地における上部工の作業フローを図-2に示す。県道上に支保工が設置できないため、工場製作したプレキャストのダクトル桁を架橋地点のすぐ横のヤードに搬入して、PC鋼材により緊張して下路桁を完成させた後、650tの油圧式クレーンを用いて一括架設を行うこととした。

表-1 上部工の全体工程表

	8月	9月	10月	11月
ダクトル桁の工場製作	■			
ダクトル桁の搬入			■	
ウエットジョイント施工・養生			■	
緊張およびグラウト			■	
ダクトル桁の架設(夜間)				■
橋面工				■

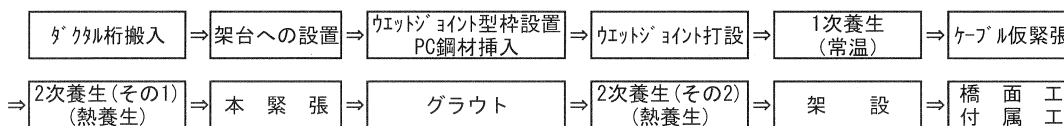


図-2 現地における上部工の作業フロー

4.1 ダクトル桁の製作

今回製作したダクトル桁は、初めての下路桁形式ではあるが、2004年1月に竣工した赤倉温泉ゆけむり橋⁵⁾のU型桁の製作を参考にした。赤倉温泉ゆけむり橋は、上床版とU型桁(ウェブ+下床版)が分離した構造であり、まずU型桁だけを現地で架設し、その上に上床版を設置する工法を採用した。このU型桁と本橋とは実質的には同じ構造である。本橋は、赤倉温泉ゆけむり橋と同様に、U型の桁を上下反転させた状態でダクトルを打設することとした。このことにより、内枠が浮き型枠とならないため、比較的容易に剛性の高い強固な型枠構造にすることが可能となる。

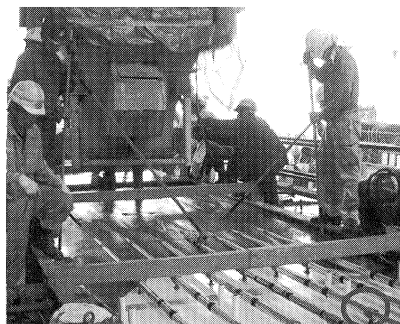


写真-2 床版部のダクトル打設状況 (丸部がシースの固定金具)

また本橋は、UFC 橋としては初めてのポストテンション方式の内ケーブル構造である(架設材としてのUFC部材への内ケーブルの適用は鳥崎川橋で実施済み⁶⁾)。ポストテンション方式のため、ダクトルの打設前に床版にシースを設置しておく必要があるが、鉄筋が配置されていないため通常の橋のように鉄筋にシースを固定することができない。そこで、写真-2に示すような金具を用いてシースを固定した。なお、桁製作時の熱養生を考慮し、シースには亜鉛めっきの鋼製シースを使用した。4.3に後述するウエットジョイント施工の手間を少なくするため、運搬および架設を考慮して、全体を約10mずつの3分割にした大型セグメントとした(写真-3)。セグメント1個当たりの重量は約170kNである。このように分割することで、曲げモーメントが最大になる支間中央付近にウエットジョイントを設けないため、ダクトルの引張強度(8kN/mm²)を有効に生かすことができ、結果的にPC鋼材量の低減につなげることができた。

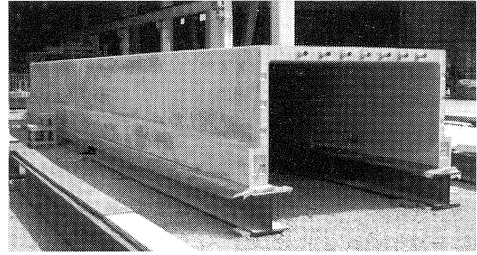


写真-3 ダクトル桁（上下反転している状態）

4.2 ダクトル桁の支保工への架設

架橋地点の橋台間の高低差が約2.6mあるため、縦断勾配は8%となっている。4.5に後述する一括架設における作業性を考慮し、ヤードには架設後の形状と同じになるように支保工を設置した(写真-4)。架台は両端部およびセグメント継ぎ目部に設置し、架台の上端には高さ調整用の油圧ジャッキを設置した(写真-5)。搬入されたダクトル桁は、セグメント同士を60mm程度の間隔を空けて設置した後、内ケーブルのシースを繋ぎ、PC鋼材を挿入した。

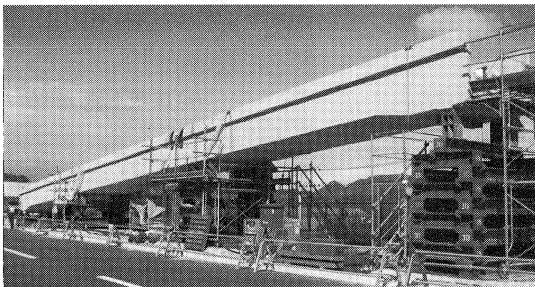


写真-4 支保工上に架設されたセグメント

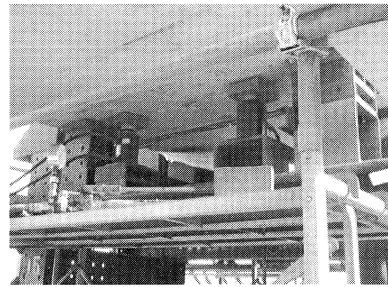


写真-5 架台上的油圧ジャッキ

4.3 ウエットジョイントの施工

セグメントの継ぎ目は現地でダクトルを現場打設するウエットジョイント方式を採用した。ダクトルを打設した後、常温(約15~25℃)で1日程度の養生を行い、その後、最外縁の2本のケーブルをそれぞれ約80kN/本で仮緊張し、セグメント同士を仮固定した。仮

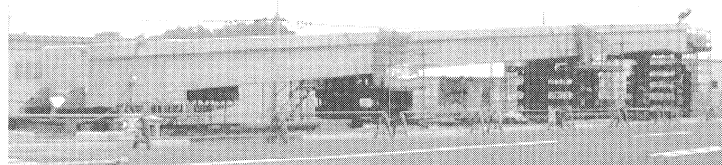


写真-6 熱養生中の状況

緊張を行った後、2次養生として熱養生を行った。ウエットジョイント部に電熱ヒータを設置し、その部分を断熱材と養生シートで覆った状態で(写真-6)、40~50℃にて約4日間の養生を行った。その後、4.4で述べる本緊張を行った後、再び、40~50℃にて約4日間の熱養生を行った。

4.4 本緊張およびグラウト作業

PC 鋼材には SWPR19BL 1S28.6 を内ケーブルとして 7 本使用している。緊張には 750kN ジャッキ (VSL 工法) を使用し、すべて上方の A1 側から片引きした (写真-7)。PC 鋼材はほぼ直線に近い形状で配置されており摩擦損失が少ないため、導入力は約 0.54Pu であった。本緊張後、下方となる P1 側からグラウトを注入した。高低差が大きいので、グラウト圧が増加することにより、注入側の定着具等からの噴き出しが予想されたため、定着部を無収縮モルタルにて後埋めし、翌日にグラウトを行った。

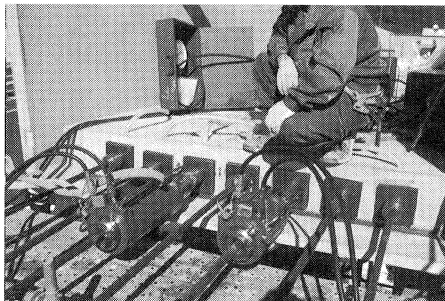


写真-7 本緊張作業の状況

4.5 架橋地点へのダクトル桁の一括架設

桁重量が約 510kN、吊り金具等を含めた全重量が約 650kN、作業半径が約 29m となることから、650t 油圧式クレーンを用いて、夜間一括架設を行った (写真-8)。吊上げ時に桁に橋軸方向の曲げやねじれが生じないように、写真-8 のような架設用トラス材 (長さ約 24m) を利用して吊り天秤を製作した。また、床版に断面方向の曲げが生じないように、H 鋼を床版の上下から PC 鋼棒で挟み込んだ吊り治具を使用した (写真-9)。本橋は、桁長が 33m もあるのにもかかわらず、重量が 510 kN 程度と通常の PC 橋に比べて軽量であるため、このような一括架設が可能となっており、ダクトルの長所が有効に生かされている。

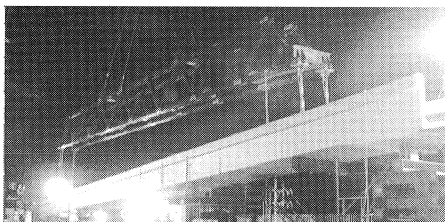
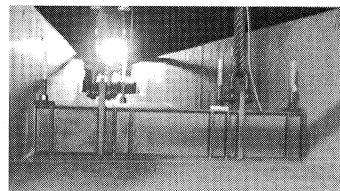
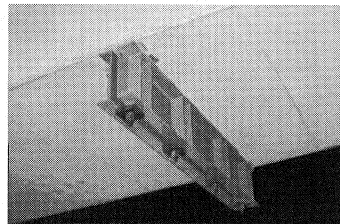


写真-8 夜間一括架設の状況



(a) 床版上側



(b) 床版下側

写真-9 吊り治具

5. おわりに

本稿は、新材料であるダクトルを用いた新しい構造形式 (下路桁形式) の施工報告を行うものである。今後も、ダクトルの材料特性をさらに生かした新しい構造形式の開発を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 齋藤勉他: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた PC 下路式歩道橋の設計, プレストレストコンクリート技術協会, 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, pp. 21-24, 2006 年 10 月
- 2) 道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編, (社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月
- 3) コンクリートライブラリー-113 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, 2004 年 10 月
- 4) 立体横断施設技術基準・同解説, (社) 日本道路協会, 昭和 54 年 1 月
- 5) 細谷学他: 「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, pp. 16-23, May 2004.
- 6) 東田典雅他: 北海道縦貫自動車道鳥崎川橋の計画と設計 - 波形鋼板手延べ桁による押し出し架設 -, 橋梁と基礎, Vol. 39, No. 11, pp. 13-20, 2005.