

超高強度繊維補強コンクリートを用いた歩道橋の比較設計

大成建設 正会員 熊谷 徹
 大成建設 正会員 田中 良弘
 大成建設 正会員 大竹 明朗

1. はじめに

近年，超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC と表す）を使用した歩道橋の実績が増加している¹⁾．本稿では土木学会の設計・施工指針²⁾に基づいて，UFC の 1 つであるダクトルを使用した歩道橋の上路箱桁断面および下路 U 桁断面の比較設計を行い，構造形式の違いによる設計・施工上の特性を検討した．

2. 設計概要

本設計例は UFC の力学的特性を活かした下記条件を満たす事例であり，図 1 に従って設計する．

- ・桁高/スパン比を 1/30 以下と低桁高に抑える．
- ・上部工重量を軽減し，基礎を縮小する．

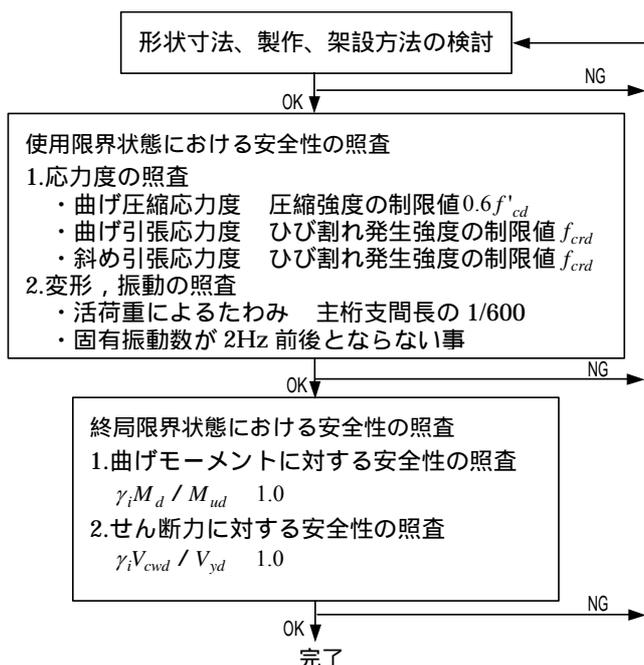


図 1 設計フロー

2.1 一般条件および UFC の特性値

- (1) 構造形式 単径間 PC 歩道橋
- (2) 支間長 35.3m，有効幅員 3.0m
- (3) 活荷重 群集荷重 3.5kN/m^2
- (4) 圧縮強度の特性値 $f'_{ck}=180\text{N/mm}^2$
- (5) ひびわれ発生強度の特性値 $f_{crk}=8\text{N/mm}^2$

(6) ヤング係数 $E_c=5.0 \times 10^4 \text{N/mm}^2$

(7) 単位体積重量 $\rho_c=25.5\text{kN/m}^3$

2.2 施工方法

- (1) 支保工上に 7 分割したプレキャストブロックを設置する．
- (2) 現地にて目地部に UFC を打設し，熱養生を行う．
- (3) 目地部の養生完了後，PC ケーブルを緊張する．
- (4) 支保工を撤去し，橋面工を施工する．

3. 安全性の照査

安全性の照査結果を表 1 に示す．

表 1 安全性の照査結果

限界状態	照査項目	上路案	下路案	単位	制限値	
使用	曲げ応力度	桁上縁	27.6	57.7	N/mm ²	-8< σ <108
		桁下縁	0.0	1.3		
	斜め引張応力度	-0.2	-0.5	N/mm ²	$\sigma > -8$	
	活荷重によるたわみ	57.7	53.8	mm	L/600 = 58.8	
共振	1次	0.50	0.47	Hz	1.5 ~ 2.3 以外	
	2次	2.01	1.88			
終局	曲げモーメントの安全率	0.87	0.73	-	$\gamma_i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$	
	せん断の安全率	0.56	0.25	-	$\gamma_i \cdot V_d / V_{ud} < 1.0$	

(1) 使用限界状態の照査結果

支間中央部における曲げ応力度は，適当な PC 鋼材量を配置する事で群集荷重満載時においても，フルプレストレスとした．せん断照査断面における斜め引張応力度は制限値-8N/mm に対して余裕がある．活荷重によるたわみに対しては，制限値である支間長の 1/600 を満足したするように断面形状を決定した．共振の検討においては 2 次固有振動数が歩行者の歩調と共振をおこす恐れのある 1.5 ~ 2.3Hz の範囲内となった．TMD 制震装置の採用を含めたより詳細な検討が必要である．

(2) 終局限界状態の照査結果

終局限界状態の照査では曲げ，せん断とも耐力を有する事を確認した．両案ともせん断耐力に対して余裕があるので，上路案の桁端付近ではより桁高を低く，下路案ではウェブ厚を薄くできる可能性がある．

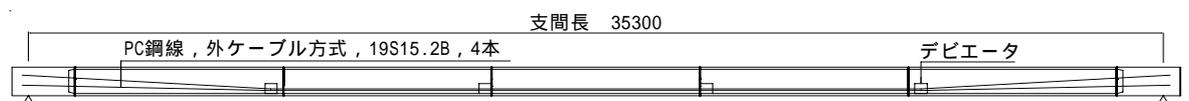
キーワード 超高強度繊維補強コンクリート，UFC，ダクトル，歩道橋，設計

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設技術センター土木技術開発部 TEL 045-814-7219

表2 比較表

構造形式	上路箱桁形式	下路U桁形式
断面図		
桁高	一般部：950mm，桁端部：950mm	一般部：1100mm，桁端部：150mm
UFC数量	24.3m ³	28.4m ³
下部工反力	死荷重時：504kN，活荷重時：694kN	死荷重時：517kN，活荷重時：708kN
緊張鋼材	外ケーブル方式，19S15.2，4本，3.4t	内ケーブル方式，1S28.6，22本，3.8t
景観性	歩行者の両脇に構造部材が無く開放感がある	歩行者の両脇にウェブがあるため閉塞感がある

上路箱桁形式



下路U桁形式

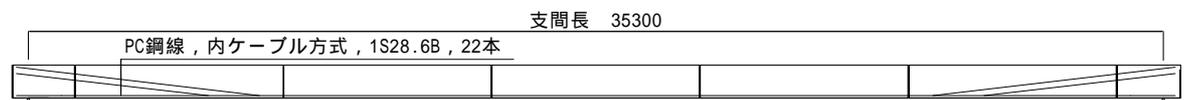


図2 側面図

4. 構造比較・検討

設計により決定した上路箱桁形式及び下路U桁形式の構造図及び設計・施工上の比較結果を表2および図2に示す。

いずれの形式も桁高スパン比が $1/32 \sim 1/37$ と通常のコンクリート橋に比べてスリムで軽量の構造となった。また両形式とも桁端部付近においてプレストレスによって断面上縁に引張が生じないように適当な本数のPC鋼線を曲げ上げて定着した。

上路形式はUFCの鉄筋を配置しない特性を活かして床版厚，ウェブ厚を70mmと薄くした。PC鋼材は箱桁内に全外ケーブルとして19S15.2を4本配置した。

下路形式では構造上PC鋼材を床版内部に通す必要がある。そのためPC鋼材のかぶりを確保するために床版厚を150mmと上路箱桁形式より厚く設定した。またケーブルユニットを1S28.6と小さくして22本配置した。本設計例では桁端部はUFCの高強度性を利用して床版厚150mmのままとした。橋梁端部の桁高制限が厳しい場合，下路形式の方が有利である。詳細設計するにあたっては定着部の局部応力の照査や落橋防止装置等の付属物配置の取り合いを検討する必要がある。また下路形式は開断面であり，ねじりに弱いので曲線橋の場合には別途検討する必要がある。

UFCの使用数量は本設計例では部材厚が薄い上路形

式の方が少なく，下路形式に対して16%の減となった。ただし下路形式は桁高を上げて部材厚を薄くする事で断面性能を向上させ，数量を減らせる可能性がある。

下部工反力に関しては，上路形式のUFC主桁自重は小さいが地覆，高欄等の橋面荷重が大きいいため，下路形式とほぼ同等となった。

景観性に関しては両者とも鉄筋を配置してない事からウェブ等に開口を設けることも可能であり，景観デザインの自由度が高い。

5. まとめ

- ・ UFCを使用することで上路箱桁形式，下路U桁案とも従来のコンクリート橋に比べて $1/3 \sim 1/4$ 程度に自重を低減できる事から，上下部合計の工事費を削減できる可能性がある。また景観デザイン上の自由度が高い。
- ・ 端部の桁高制限，UFC桁の製造方法，PC緊張等の施工性，景観上の配慮等を総合的に判断して適切な構造形式を選定する必要がある。

参考文献

- 1) 田中・武者他：超高強度繊維補強コンクリートを用いた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.8，2004.8，pp.30～36
- 2) 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9月