

高強度PC鋼より線のプレテンション方式PC単純床版橋への適用事例

(株)日本ピーエス ○田中 雄介
 (株)日本ピーエス 正会員 濱岡 弘二
 (株)日本ピーエス 正会員 原 幹夫

1. はじめに

近年、コンクリート構造物を構成する材料の高性能化が進む中、降伏強度および引張強度ともに従来のPC鋼より線（以下「普通PC鋼より線」と称す）と比較して、20%程度高強度化されたPC鋼より線（以下「高強度PC鋼より線」と称す）が開発され、普通PC鋼より線より高い緊張力が導入可能となった。PC鋼より線の高強度化はPCケーブル配置の自由度を増し、コンクリートの高強度化と相まって、PC構造の高性能化に繋がることが期待される。本報告では桁高を低くすることによる上部工重量の低減を目的として、高強度PC鋼より線をプレテンション方式PC単純中空床版橋に適用した事例について報告するものである。

2. 高強度PC鋼より線について

2. 1 高強度PC鋼より線の化学成分

高強度PC鋼より線は、材料の化学成分のうちC（炭素）とSi（ケイ素）、Cr（クロム）の含有量を普通PC鋼より線より高め、製造工程中の冷延過程を調整することで高強度化を図ったものである。

2. 2 高強度PC鋼より線の物性値

表-1 に高強度 PC 鋼より線の物性値を示す。高強度 PC 鋼より線は、普通 PC 鋼より線と比較して降伏強度および引張強度共に約 20%向上しており普通 PC 鋼より線と同等のヤング係数、リラクセーション値、伸び性能を有している。

表-1 PC 鋼より線の物性値

呼び名	種 類	公称断面積 mm ²	引張荷重 kN以上	降伏荷重 kN以上	伸 び %以上	リラクセーション (1000時間) %以下
7本より	高強度PC鋼より線	138.7	303	258	3.5	2.5
1S15.2	普通PC鋼より線 ^{※)}	138.7	261	222	3.5	2.5

※) JIS G3536

2. 3 高強度PC鋼より線の付着特性についての実験結果

高強度PC鋼より線の付着特性を確認するため、他2社と共同で付着定着長測定試験、PC鋼より線応力度変化測定試験および曲げ荷重試験を行なっている¹⁾。表-2に供試体条件と付着定着長の測定結果を示す。実験の結果、付着定着長は道路橋示方書の規定値（65φ以下）を満足し、荷重荷重による付着性状の変化も見られなかった。以上の結果より、高強度PC鋼より線をプレテンションPC桁に使用した場合、現在使用されている普通PC鋼より線と同等の付着特性を持つと判断できる。

表-2 供試体条件および付着定着長測定結果

設計基準強度 N/mm ²	PC鋼より線の種類	付着定着長 mm
50	普通PC鋼より線	723 (48φ)
	高強度PC鋼より線	668 (44φ)
80	高強度PC鋼より線	588 (39φ)

3. 高強度PC鋼より線を用いたプレテンション方式PC単純中空床版橋の設計

3.1 山王3号橋の概要

山王3号橋は当初、普通PC鋼より線を用いたJISスラブ橋桁で設計されていたが、桁高と上部工重量の低減を目的に高強度PC鋼より線を用いた設計に変更した。下記に山王3号橋の工事概要を、図-1に当初の横断面図を示す。

- ・工事名 : 総合流域防災工事 21-3工事
- ・工事場所 : 福井県吉田郡永平寺町山王～栗住波地係
- ・発注者 : 福井県福井土木事務所
- ・構造形式 : プレテンション方式PC単純中空床版橋
- ・橋長 : 15.500m
- ・有効幅員 : 6.000m
- ・主桁本数 : 9本
- ・荷重 : A活荷重

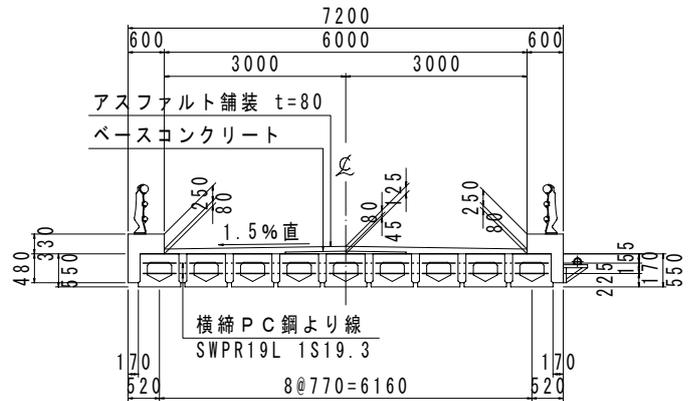


図-1 当初設計横断面図

3.2 材料強度

設計基準強度 50N/mm^2 の主桁コンクリートを使用した当初設計に対し、高強度PC鋼より線を用いた変更設計では、より高い緊張力を導入できるように主桁コンクリートの設計基準強度を 80N/mm^2 とした。主桁コンクリート、PC鋼より線それぞれの材料強度を表-3に示す。なお、PC鋼より線の初引張応力度は当初設計の 1350N/mm^2 に対し、変更設計では19%増の 1600N/mm^2 とした。

表-3 材料強度

・主桁コンクリート			
項目		当初設計	変更設計
設計基準強度	(N/mm^2)	50.00	80.00
プレ導入時圧縮強度	(N/mm^2)	35.00	51.00
・PC鋼より線			
項目		当初設計	変更設計
PC鋼より線種類		普通PC鋼より線	高強度PC鋼より線
呼び名		7本より 1S15.2	7本より 1S15.2
引張強度	(N/mm^2)	1850.0	2180.0
降伏点応力度	(N/mm^2)	1600.0	1860.0
許容引張応力度 (N/mm^2)	プレ導入直後	1295.0	1520.0
	設計荷重時	1110.0	1310.0

3.3 計算結果

表-4に当初設計と変更設計の計算結果比較表を示す。計算の結果、変更設計では当初設計に比べ桁高を125mm低くすることができた。また桁1本あたり13%重量が減少し、死荷重反力は9%低減することができた。桁高を低くしたことによって増加した曲げ応力度に対しては、PC鋼より線の本数を桁1本あたり14本から17本に増加することで対応した。PC鋼より線を配置した当初設計と変更設計の主桁断面図を図-2に示す。

表-4 計算結果比較表

項目		①当初設計	②変更設計	比率 ②/①
桁高		550 mm	425 mm	0.77
PC鋼より線重量	桁1本当たり	237.38 kg	288.24 kg	1.21
主桁重量	桁1本当たり	10.28 t	8.98 t	0.87
全体反力	死荷重	794.96 kN	724.56 kN	0.91
	設計荷重	1343.90 kN	1273.50 kN	0.95

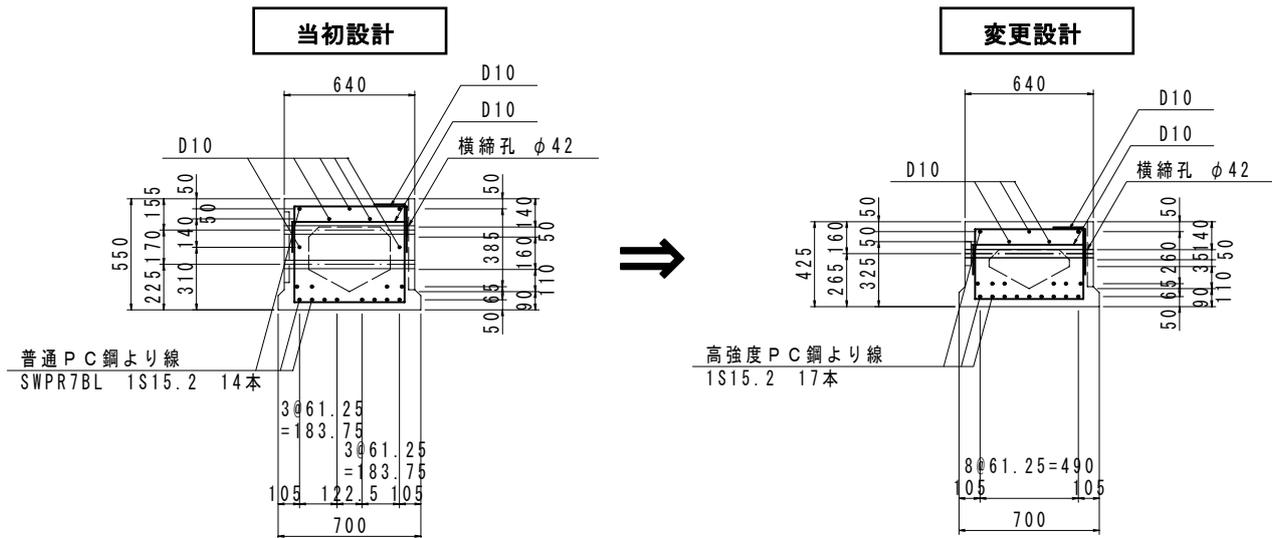


図-2 主桁断面図

4. 試設計による検討

4.1 試設計条件

高強度PC鋼より線の支間長別の効果を検証するため、プレテンション方式PC単純中空床版橋を対象にして試設計を行なった。表-5に試設計条件を、図-3に試設計モデルの横断面図を示す。支間長を12.0～24.0mまで2.0m間隔で変化させ、 $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ で普通PC鋼より線を使用した場合と、 $\sigma_{ck}=80\text{N/mm}^2$ で高強度PC鋼より線を使用した場合の2種類で比較計算した。

表-5 試設計条件

構造形式	プレテンション方式PC単純中空床版橋
桁長	12.5, 14.5, 16.6, 18.6, 20.7, 22.7, 24.7 m
支間長	12.0, 14.0, 16.0, 18.0, 20.0, 22.0, 24.0 m
幅員	0.6 + 9.5 + 0.6 m
斜角	90° 00' 00"
主桁本数	14 本
荷重	B活荷重

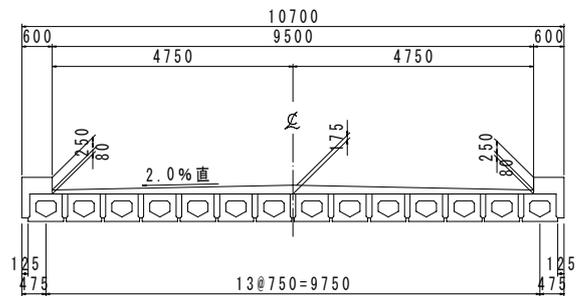


図-3 試設計横断面図

4.2 試設計結果

表-6に桁高と桁重量についての試設計結果を示す。 $\sigma_{ck}=80\text{N/mm}^2$ で高強度PC鋼より線を使用することで、桁高については20～27%、桁重量については11～23%の低減効果を得られた。また図-4に桁高と支間長、図-5に桁重量と支間長についての相関グラフを示す。桁高、桁重量ともに支間が長くなるほど低減効果が大きくなる傾向となった。

表-6 試設計結果

支間長 (m)	桁高 (mm)		比率 ②/①	桁重量 (kN/本)		比率 ②/①
	① $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ 普通PC鋼より線	② $\sigma_{ck}=80\text{N/mm}^2$ 高強度PC鋼より線		① $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ 普通PC鋼より線	② $\sigma_{ck}=80\text{N/mm}^2$ 高強度PC鋼より線	
12.0	500	400	0.80	77.7	69.5	0.89
14.0	550	400	0.73	95.0	80.4	0.85
16.0	600	475	0.79	114.2	101.1	0.89
18.0	700	525	0.75	140.5	119.6	0.85
20.0	800	600	0.75	174.7	145.3	0.83
22.0	900	675	0.75	214.4	171.0	0.80
24.0	1000	725	0.73	251.9	194.1	0.77

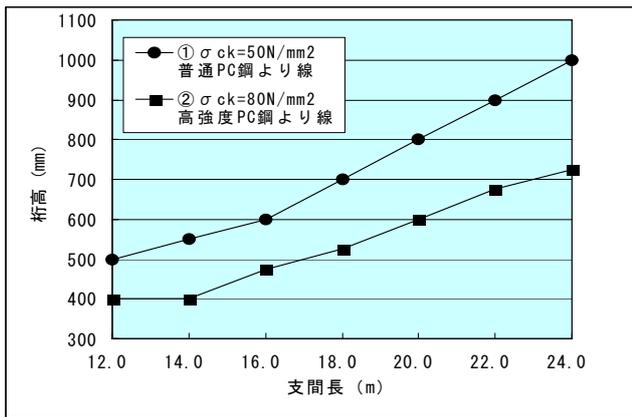


図-4 試設計結果（桁高と支間長）

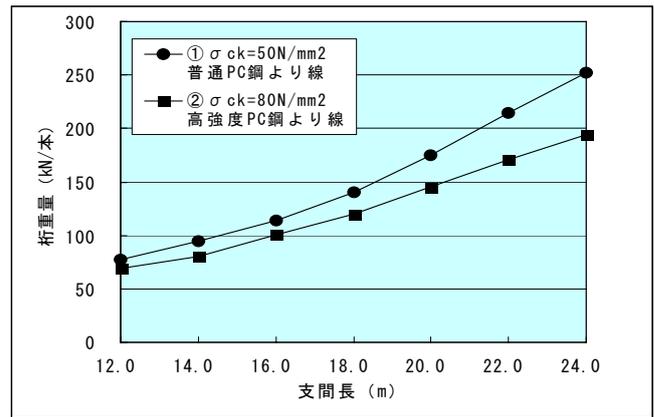


図-5 試設計結果（桁重量と支間長）

5. 主桁の製作

主桁は弊社工場にて1日当り2本のペースで製作を行なった。製作時の留意点として、JISの推奨仕様2-1の桁と比べて緊張力が大きいため、PC鋼より線用のグリップおよび接続具が損傷しPC鋼より線が抜け出る可能性があった。そこで事前に定着効率試験を行い、安全性を確かめた。試験状況を写真-1に示す。試験は長さ1.0mの高強度PC鋼より線1S15.2mm2本を接続具で繋ぎ、引張試験機を用いて規格破断荷重の70%まで緊張、その後除荷を10回繰り返した後、破断まで引張試験を実施した。試験の結果、破断荷重は規格破断荷重の100%を超え、接続具にも損傷は見られなかった。型枠・鉄筋組立、コンクリート打設は通常のJIS桁と同じ方法で行い、問題無く桁製作を終えた。

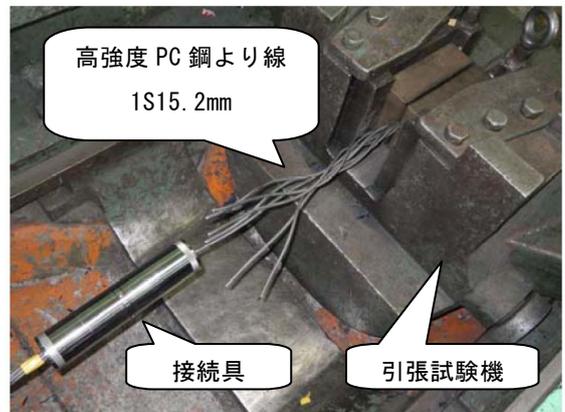


写真-1 試験状況

6. おわりに

高強度PC鋼より線と高強度コンクリートを組み合わせることで、高性能で高耐久な構造物を構築できると考えられる。本橋は、平成22年5月末に架設が行なわれ、8月に竣工する予定である。

本稿が高強度PC鋼より線の普及と発展に寄与し、同種橋梁の設計・施工の参考になれば幸いである。



写真-2 主桁完成写真

参考文献

- 1) 天谷公彦, 舩野浩司, 濱岡弘二, 原幹夫: 高張力PC鋼より線の高強度コンクリートへの適用性研究, 第14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, pp. 483~486, 平成17年11月