

水中での PC コンファインド工法による橋脚の補強 - 古川新橋 -

東北支店 PC 事業部 大関 博
 東北支店 PC 事業部 鈴木和雄
 東北支店 PC 事業部 埴浦康行

概要: 古川新橋は、秋田県鹿角市十和田を流れる大湯川と国道 103 号線の交差点に位置し、昭和 55 年 10 月に竣工した 3 径間連続鋼鈹桁橋である。国道 103 号は第 1 次緊急輸送路線に指定されている。このため、本工事は道路橋示方書の改訂(平成 8 年 12 月)に伴い橋脚の耐震補強を行うことを目的としていた。補強する橋脚は 2 基あり、構造形式は直接基礎の壁式である。施工位置は上流域にあり比較的大きな転石が多く、矢板等の打込みが困難であるため、大がかりな仮締切りが不要な水中施工による PC コンファインド工法を採用した。

Key Words: PC コンファインド工法, 水中施工, 仮設備, 水中不分離性コンクリート

1. 補強工事の概要

橋脚の補強方法は、水中施工による「スパイラル方式の PC コンファインド工法」を採用した。この工法は、工場で製作されたプレキャストパネルを既設橋脚廻りに設置し、パネル内に帯鉄筋の代りとして配置した高強度な PC 鋼線にプレストレスを導入することによって横拘束(コンファインド)効果を高め、地震時保有水平耐力・じん性を向上させる工法である。

- ・工 事 名 : 平成 14 年度国道道路補修工事(古川新橋)
- ・工 事 場 所 : 秋田県 鹿角市十和田毛間内字下新田地内
- ・工 期 : 自) 平成 14 年 12 月 16 日
至) 平成 15 年 11 月 28 日
- ・発 注 者 : 秋田県 鹿角地域振興局
- ・橋脚断面形状 : 小判形 (補強前: 円形部直径 1.400m 直線部幅 21.960m)
- ・橋脚巻立て厚さ : P1 橋脚(固定)500mm, P2 橋脚(可動)200mm

図-1 に補強前の橋梁全体図を示す。

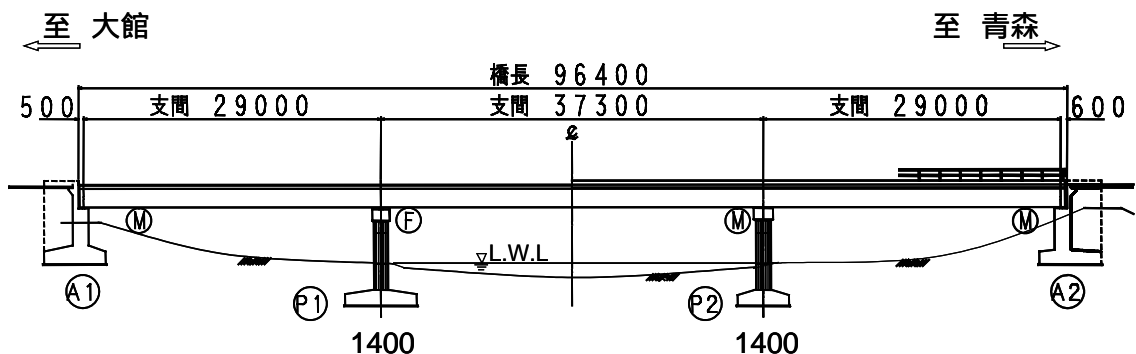


図-1 全体図



大関 博



鈴木 和雄



埴浦 康行

2. 橋脚補強工法の選定

耐震補強工法の選定では、下記条件を考慮する必要があった。

- 1) 桁下のクリアランスが 5m 程度と小さく、橋脚周囲を仮締切りするには何段も矢板を継ぐ必要があった(写真-1)。
- 2) ボーリング調査の結果、比較的大きな転石が多数点在していることから矢板の打込みが困難であった。
- 3) 全国的に有名な鮎釣り場となっており、河川工事による濁水等を防ぐ必要があった。また、工期短縮の必要があった(写真-2)。

このため、仮締切りによる RC 巻立て工法等の従来工法と水中施工が可能な PC コンファインド工法を比較した結果、経済性、工期および施工性において PC コンファインド工法が優位となった。

経済性について、仮設費を除く施工に係る費用は従来工法と比べ増加するが、簡易な仮設備で施工が可能のため、トータルでは約 14% の工事費削減が可能となった(図-2)。



写真-1 限られた桁下空間での仮締切りの例



写真-2 鮎釣りの盛んな流域

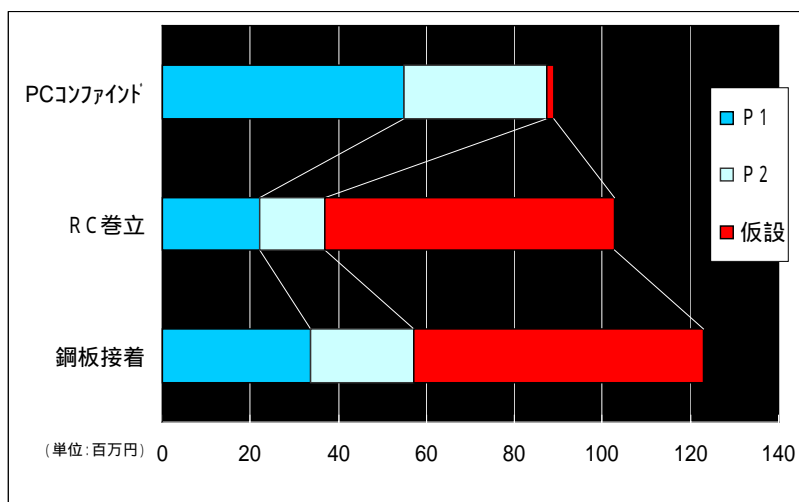


図-2 工事費比較

3. 橋脚の耐震補強設計

検討の結果、固定支承となる P1 橋脚においては、橋軸方向、橋軸直角方向ともに地震時保有水平耐力を満足できない結果となった。また可動支承となる P2 橋脚においても、橋軸直角方向で地震時保有水平耐力を満足できない結果となった(せん断破壊)。補強後の地震時保有水平耐力は、橋軸方向において P1 橋脚は約 3 倍に、P2 橋脚では約 1.2 倍に増加した。耐震性の照査結果を表-1 に、P1 橋脚の補強形状を図-3 に示す。

表-1 照査結果および補強に関する諸元

現況の照査結果		P 1 橋脚				P 2 橋脚			
		橋軸方向		直角方向		橋軸方向		直角方向	
		タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ
地震時保有水平耐力 (kN)		4120	4120	5578	5578	2939	2939	4449	4449
Khe × W (kN)		8360	8552	9124	16271	1243	2231	9365	17481
判定		×	×	×	×			×	×
段落部の照査		×							
橋脚補強	補強高	6350mm				6490mm			
	補強厚	500mm				200mm			
	鉄筋	SD345				SD345			
	軸方向鉄筋	アンカー定着:D35 144本				非アンカー定着:D19 124本			
		非アンカー定着:D35 8本							
	横拘束PC鋼材	SWPR19 1S17.8 ctc150				SWPR7A 1S10.8 ctc150			
中間貫通鋼材	SBPR930/1080 32 ctc300 72本				-				
補強後の照査結果		橋軸方向		直角方向		橋軸方向		直角方向	
		タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ	タイプ
		地震時保有水平耐力 (kN)		12377	12372	67130	67130	3644	3646
Khe × W (kN)		8891	9936	11390	11391	1509	1509	10206	10206
判定									
段落部の照査									

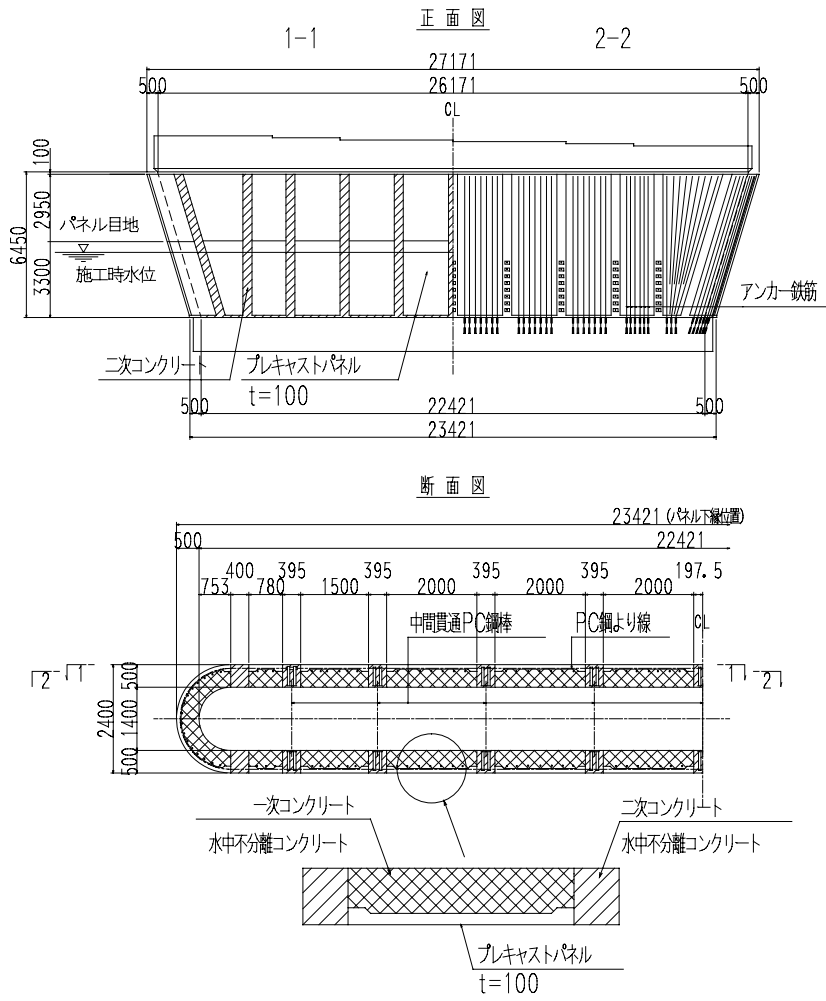


図-3 P1 橋脚の補強形状

4. 施工順序

施工フローを図-4 に示す^{1)・2)・4)}.

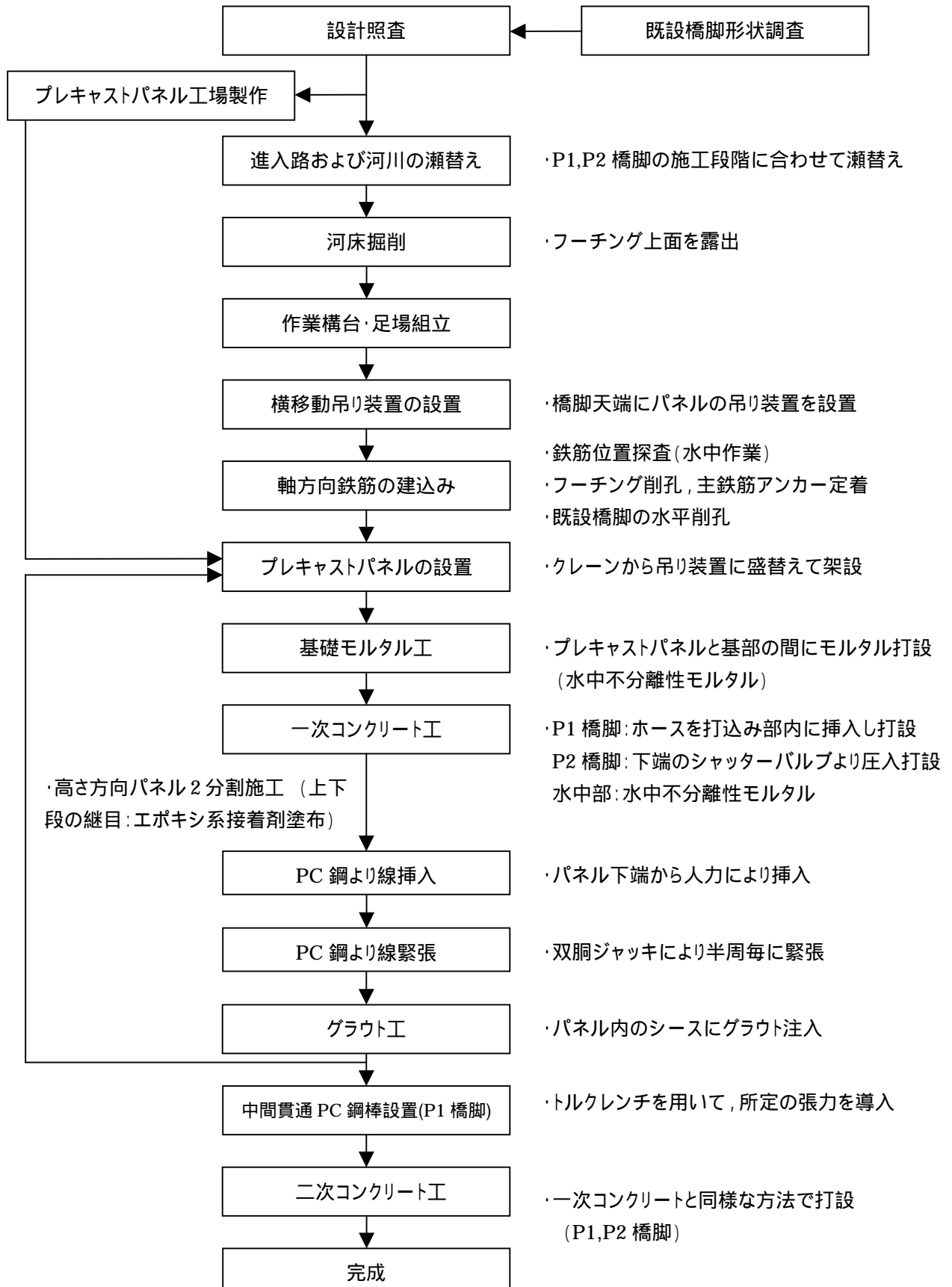


図-4 施工フロー

5. 施工上の特徴

まず、工事工程を表-2 に示す。

表-2 工事工程表

2002年 2003年

工種	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
準備工	●-----●										
プレキャストパネルの製作			●-----●								
瀬替え・河床掘削	P2		●-----●								
	P1						●-----●				
架設装置の組立・削孔	P2			●-----●							
	P1						●-----●				
鉄筋の建込み・パネル架設	P2			●-----●		●-----●					
	P1							●-----●		●-----●	
一次コンクリート打設	P2				●-----●	●-----●					
	P1								●-----●		●-----●
緊張・グラウト	P2				●-----●	●-----●					
	P1								●-----●		●-----●
二次コンクリート打設	P2						●-----●				
	P1										●-----●

施工上の特徴は、以下のとおりである。

a)河床掘削

河床掘削に先立ち、河川の瀬替えを行い進入路および作業ヤードとして使用した。施工場所が上流域であり、また水深が比較的浅いため、掘削した箇所に大型土のうを積上げ、ポンプアップすることにより一時的なドライ環境で掘削作業を行った(写真-3)。



写真-3 河床掘削

b)水中不分離性コンクリートの配合

水中不分離性コンクリートの配合を表-3 に示す。

表-3 水中不分離性コンクリート配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブフロー (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)									
					水 W	セメント C	混和材 F 水中不分離材	細骨材 S		粗骨材 G 碎石13mm ~5mm	混和剤			
								粗砂5.0mm以下	細砂2.5mm以下		AE減水剤	流動化剤		
13	55	4.0	43.7	37.0	248	568	2.850	251	251	911	5.680	11		

c)水中施工の品質管理方法

水中施工では、作業は全て潜士により行われるため、水中用ビデオカメラ(写真-4)、水中用カメラ、無線等を使用して、作業内容および品質管理の確認を行った。

d)PC 鋼線の緊張方法

半周毎の緊張による1回の伸びが100mm以上となり、双胴ジャッキのストロークが不足することになる。このため、一列



写真-4 水中用ビデオカメラ

手前の縦目地部において仮定着金具(写真-5)を用いて所定の緊張力($\text{py}/3$)の半分程度まで緊張し、仮固定した後、盛替え緊張を行った。

e)軸方向鉄筋アンカー定着の付着強度確認試験

実施工に先立ち、水中で実施する水中硬化型エポキシ樹脂系接着剤を用いた鉄筋のアンカー定着に関して試験施工を実施し、施工性の検討や付着に関する安全性について確認した。アンカーの定着長は、使用鉄筋径の20倍とした。

試験方法は(図-5)に示すようにセンターホールジャッキを用いて鉄筋の降伏点まで引張力を与え、ダイヤルゲージによりその伸びを測定し、付着性能の確認を行った。



写真-5 仮定着金具

f)縦目地部(二次コンクリート部)鋼材の防錆処理

当初の計画では真水のため、縦目地部(二次コンクリート部)の鋼材の防錆処理を施さない計画であった。しかし、実施工において水中部や湿乾部の鋼材に錆びが発生するおそれに配慮し、縦目地部のひび割れ防止鉄筋には無機質系のモルタル(ミラック C)を塗布した。また、縦目地部はプレキャストパネル部と異なり、二重防錆という方針からPC鋼より線、定着具、カップラー等は水中パテにより防錆を行った。

g)中間貫通 PC 鋼棒の緊張

橋脚厚さと橋脚幅の比率が1対16であることから、フーチング天端から橋脚厚さの範囲に32の中間貫通鋼棒を配置し、横拘束PC鋼材1S17.8と同等の緊張力を導入した。中間貫通PC鋼棒の緊張により、小判形橋脚の拘束効果を高めることができる。緊張方法はトルクレンチ(写真-6)を用い、人力により水中作業で行い、張力管理はトルク管理により実施した。トルク値は、 $1000\text{N}\cdot\text{m}$ として必要緊張力約 200kN 相当を導入した。

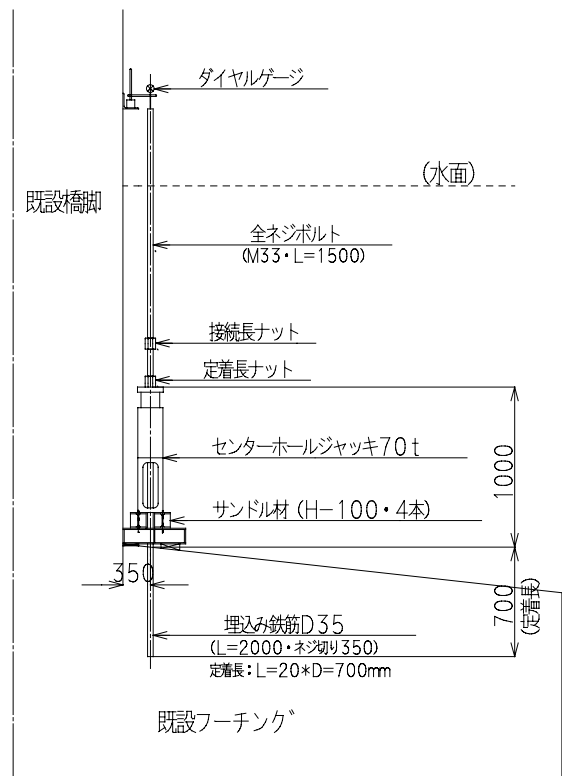


図-5 引張り試験方法

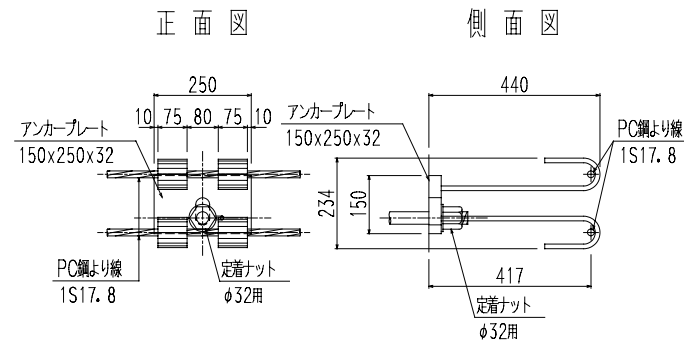


図-6 中間貫通 PC 鋼棒の定着具



写真-6 トルクレンチによる緊張

h)二次コンクリートの打込み

縦目地部の施工は、PC鋼材の定着部や接続部の防錆処理を実施するため、ピットを用いてドライな状態で施工する事例が多い。本工事では真水であるということから、ピットを用いずに水中作業で行った。コンクリートは水中不分離性コンクリートを使用し、一次コンクリートと同じ要領でP1橋脚には、上部からポンプ車のホースを挿入し打設し、P2橋脚については、下端のシャッターバルブより圧入打設した。

秋田県域は、寒冷地域のため凍害の影響を受けやすい。水中不分離性コンクリートの耐凍害性は、一般のコンクリートと比較した場合、劣るとされている。したがって、凍害対策のため、本工事では水中不分離性コンクリートの施工範囲を基部から最低水位下方の50cmまでに止めた⁵⁾。

6.まとめ

本工法の特徴は、2.橋脚補強の選定で述べたように、仮締切りを不要としてコストの削減が図れる点と、プレキャスト部材を用いて品質の確保および工期の短縮を可能にする点にある。また、環境に対する影響に効果的なものである。

本工事の施工について以下にまとめる。

- 1)仮締切りの設置が困難となる条件において、経済性および施工性からRC巻立て工法に比べ優位となることを実証した。
- 2)中間貫通鋼棒は、水中部においてもトルクレンチによって緊張が可能である。しかし、使用した定着具の形状(図-6)については、トルクレンチのソケットが入るように見直しが必要であると考えられる。
- 3)塩害の影響を受けない地域でも、縦目地部に使用する鋼材については、耐久性保証の観点から防錆処理を施すことが望ましいと考えられる。
- 4)塩害の影響を受けない地域であれば、縦目地部に作業用ピットを用いずに施工が可能である。

将来、大地震が予想される東北地方において、とくに本工法の適用拡大が早急に望まれるところである。今後同様な条件で施工される水中コンファインド工法において参考となれば幸いである。

謝辞

本工事の実施にあたり、発注者である秋田県鹿角地域振興局の皆様ならびに関係各位に深く感謝いたします。また、ご指導、ご支援を頂いた関係者の皆様に併せて感謝を申し上げます。



写真-7 完成写真

参考文献

- 1)岩田明・土井政治・内田和則・河村幸典:PC コンファインド工法における界橋橋脚補強の水中施工について,第11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.511-516, 2001.11
- 2)本山靖弘・山口格・蛭原教友・加藤有紀:早岐瀬戸大橋橋脚補強工事報告(PC コンファインド工法の水中橋脚への適用),第11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.517-522, 2001.11
- 3)大関博・伊藤元一・庄司勲・鈴木和雄・村上慶一:古川新橋の水中施工による橋脚耐震補強工事,第12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.381-384, 2003.10
- 4)土井正治・橋野哲郎・岩崎大輔:水中 PC コンファインド工法による榎浦大橋の橋脚補強について,第18号ピー・エス技術資料, pp.85-94, 2002.3
- 5)(社)土木学会:コンクリート標準示方書(施工編), pp.316, 2002.3