

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

(株)ピー・エス 正会員 土井 政治
同 上 正会員 内田 和則
同 上 正会員 川村 幸典
同 上 正会員 ○岩田 明

1. はじめに

兵庫県南部地震の発生から各種土木構造物の耐震補強が本格的に始まり、幹線道路などの緊急性が高く、かつ施工しやすい橋脚の耐震補強は数多く施工された。その一方、補強部位が水中に位置する RC 橋脚については、従来のコンクリート巻き立て工法では、周囲を締め切ってドライな状態にする大規模な仮設備が必要となることや、河川環境への影響が懸念されることなどから施工事例がまだ少ない。

本稿は、水中に位置する RC 橋脚に対して水中施工による補強を行った、界橋（さかいばし）橋脚補強工事の施工について報告するものである。

2. 界橋の概要

界橋は島根県の JR 松江駅より南 500m に位置し、くにびき大橋と国道 9 号線を南北に結ぶ橋長 27.8m、幅員 25.0m の橋梁である。桁下空間は水面まで 1.8m 程度しかなく、また、界橋の架かる天神川はしじみ漁船の航路ともなっているため、大規模な仮締め切りが不可能であった。さらに、宍道湖河口付近での施工となるため、水質汚濁を最小限に抑える必要があった。

界橋の諸元は以下に、橋梁一般図を図-1 に示す。

諸元

橋種形式：プレテンション方式ホロー床版橋
橋 格：1 等橋 (TL-20)

既設橋脚：(形式) 小判型壁式橋脚
(コンクリート) $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$
(鉄 筋) SD295A

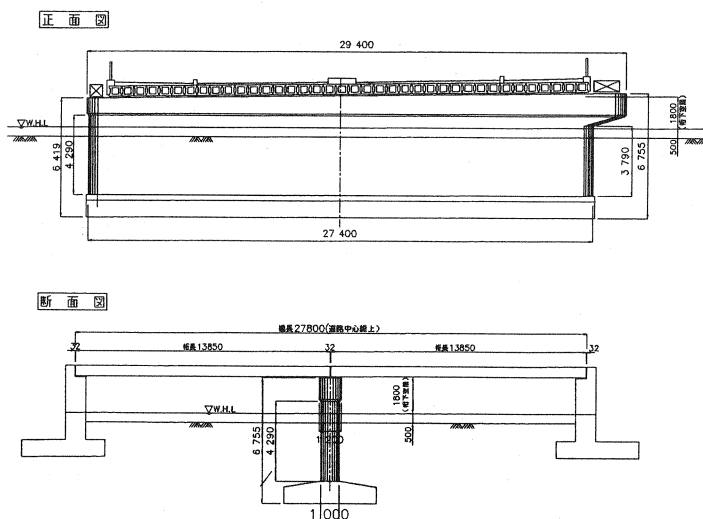


図-1 橋梁一般図

3. 水中橋脚補強の特徴

本橋脚の補強に対してプレキャストパネルを用いたPCコンファインド工法を採用した。本工法は、既設橋脚の周囲に軸方向鉄筋を配置し、その外側にプレキャストパネルを配置してコンクリートを打設する。そして、パネル内に強度の高いPC鋼材をらせん状に配置することで、高い靱性を得ることができるものである。今回、本工法を用いることで、水中に設置したプレキャストパネル本体が1次コンクリート型枠の役割を果たし、パネルにあらかじめ埋め込んでおいたインサートを利用することによって、1次・2次コンクリートの型枠組立作業を簡略化することができた。また、PC鋼材はパネル内にあらかじめ配置されたシース内に通線することで、水中においても確実に組み立てることが可能となった。なお、水中部で使用する主要材料（鉄筋、PC鋼材、定着具）はエポキシ樹脂塗装が施されたものを使用した。

以上の結果、水中での施工の省力化と品質の確保、さらに工期短縮を図ることができた。

プレキャストパネル図を図-2、構造図を図-3に示す。

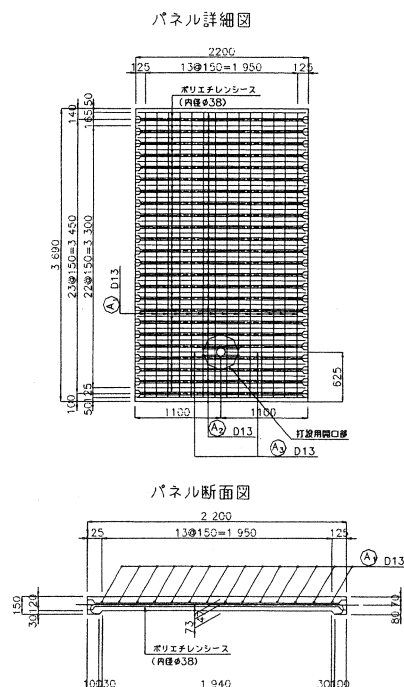


図-2 プレキャストパネル図

諸元

補強高 : 3.790m

コンクリート : $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$

鉄筋 : SD345

横拘束PC鋼材 : SWPR1S12.7mm

中間貫通鋼材 : SBPR930/1080 $\phi 23\text{mm}$

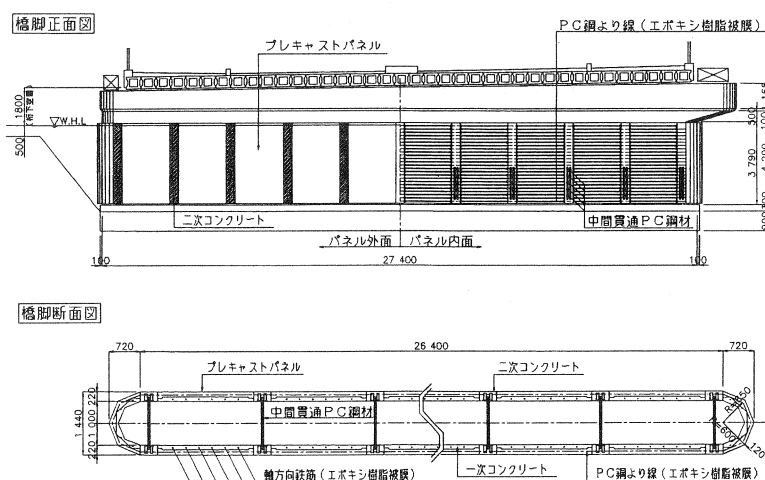


図-3 構造図

4. 施工方法

PC コンファインド工法の施工フローを図-4 に、主な作業の内容を以下に示す。

4.1 浚渫工

浚渫作業は8インチ水中ポンプ（写真-1）の先にウォータージェットを取り付け、土砂を攪拌しながら水中ポンプにて揚水し、仮置き場（縮切り矢板）の中に仮置きした。また、ポンプによる排出が不可能な径の大きい石等はダイバーによる手作業や、作業台船に取り付けたウィンチを用いて取り除いた。

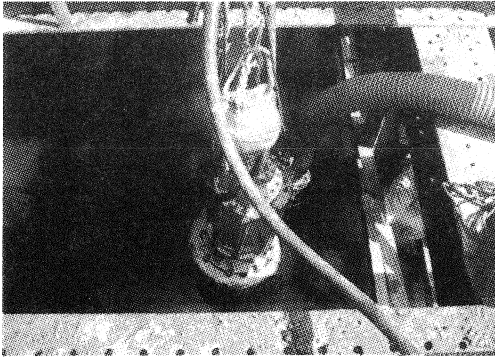


写真-1 8インチ水中ポンプ

4.2 軸方向鉄筋挿入

削岩機を用いてフーチング上面に軸方向鉄筋用孔を削孔し、エポキシ樹脂接着剤を注入した後に軸方向鉄筋 D25 を立て込んだ（写真-2）。また、水中においてエポキシ樹脂塗装鉄筋をエポキシ樹脂接着剤で定着した事例が少ないため、付着確認試験を行い、安全性を確認してから施工を行った。

4.3 プレキャストパネル設置

工場で製作されたプレキャストパネルの設置は、あらかじめ吊り金具を取り付けておいたプレキャストパネルを、桁下に配置したレールとギヤードトロリーで吊り下げ、所定位置まで横移動して水中に下ろし設置した（写真-3）。

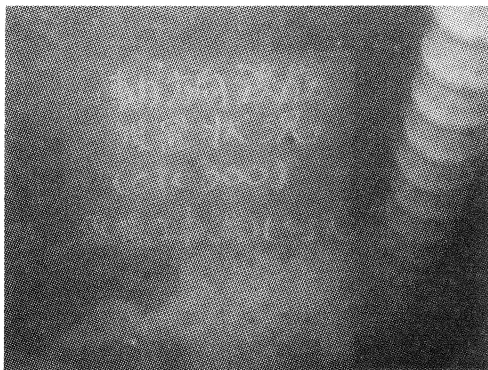


写真-2 水中にて定着された軸方向鉄筋

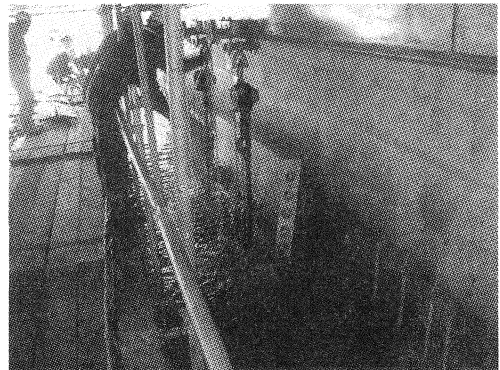


写真-3 プレキャストパネル設置状況

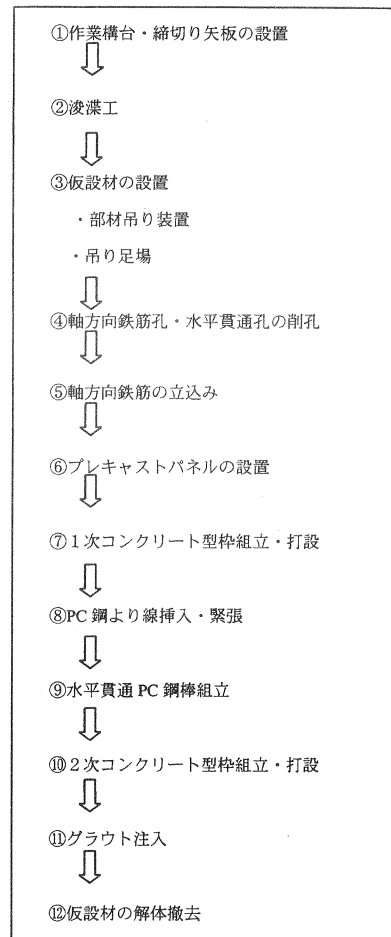


図-4 施工フロー

4.4 1次コンクリート型枠組立

1次コンクリート用型枠は、図-5に示すようにプレキャストパネルにあらかじめ埋め込まれたインサートを用い、ボルトにて固定した。また、打設時のコンクリートの側圧によるプレキャストパネルのひび割れ・はらみ防止するため、プレキャストパネル外周にワイドパネルビームを配置・固定した(写真-4)。その結果、コンクリート打設前と打設後の固定点からのパネル位置に変化は無く、側圧によるパネルの移動や、はらみを抑制することができた。

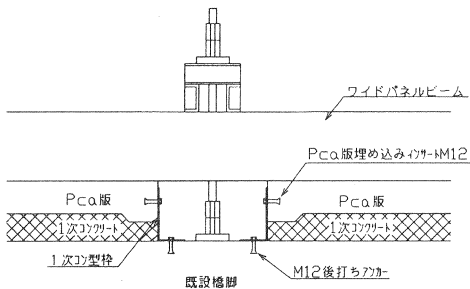


図-5 1次コンクリート型枠組立図

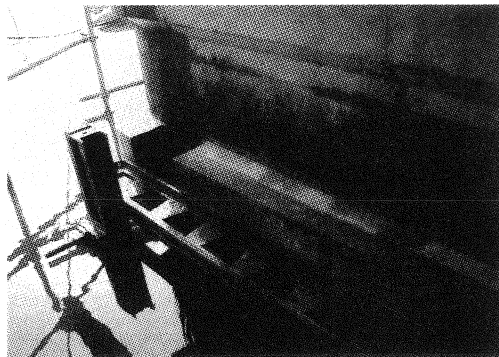


写真-4 ワイドパネルビーム設置状況

4.5 1次コンクリート打設

図-6に示すように各パネルの下端に設けられた開口部にバルブ接続用金具を取り付け、打設切替バルブ(シャッターバルブ)を配管し、水中不分離コンクリートを圧入方式で打設した(写真-5)。第1パネルの打設が終了したら、バルブを閉めて取り外し、第2パネルの接続用金具に配管して打設を再開した。これは、桁下空間が狭く、ポンプ車による上からのトレミー管打設が困難であったためである。

なお、事前に水中不分離コンクリートの品質、充填性能及び、圧縮強度を確認するために1次・2次コンクリートと同一断面・同一高さの供試体を作成し、試験施工を行った。その結果、供試体の細部までコンクリートが充填されていた。また、コア採取した供試体の圧縮強度は規定値を十分満足するものであった。

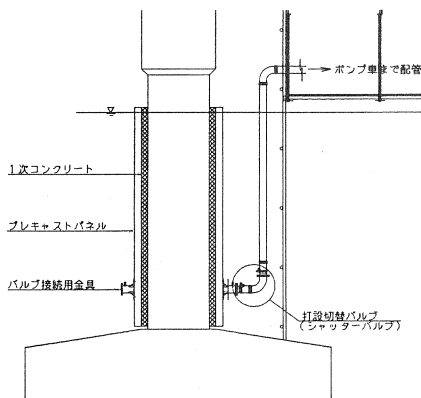


図-6 1次コンクリート打設要領図

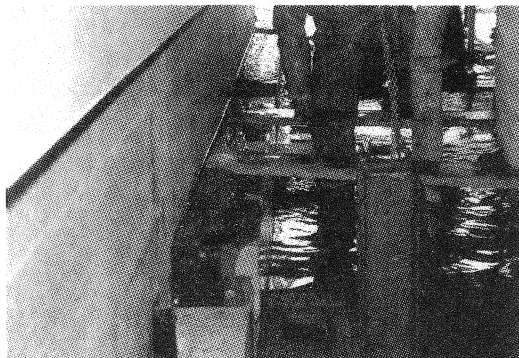


写真-5 1次コンクリート打設状況

4.6 PC ケーブル挿入

橋脚の大きさや、エポキシ樹脂皮膜された PC 鋼より線を水中で挿入しなければならないことを考慮して、半周分の長さ（約 30m）に切断した PC 鋼より線を人力で挿入した。半周分のケーブルを緊張後、カップラーにて接続し、最終的に全ケーブルを 1 本へ連続化した。

4.7 PC ケーブル緊張

特殊ジャッキ 4 台を用いて半周毎に下段より緊張していき、ジャッキのマノメーター示度及び PC 鋼より線の伸びにより緊張管理を行った（写真-6）。また、水中での緊張作業は気中部より肉眼で確認出来ないため、ダイバーの頭部に小型水中ビデオカメラを取り付け、モニターにより作業確認を行った。

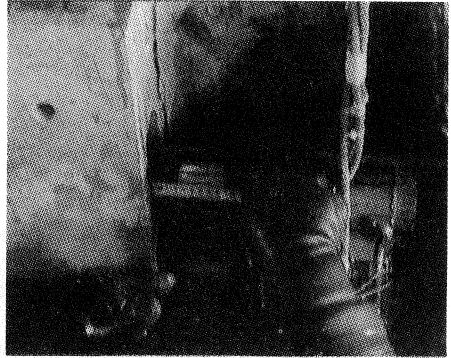


写真-6 緊張状況

4.8 2次コンクリート型枠組立・打設

2次コンクリート打設時の型枠は鋼製型枠を用い、図-7の要領で組み立てた（写真-7）。打設方法は1次コンクリート打設と同様に下からの圧入方式で行った。

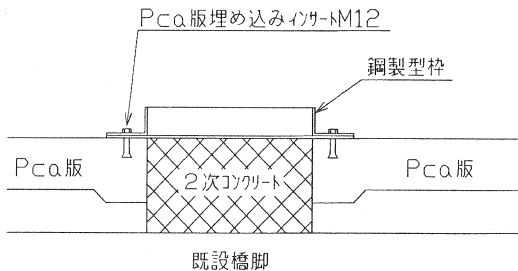


図-7 2次コンクリート型枠組立図

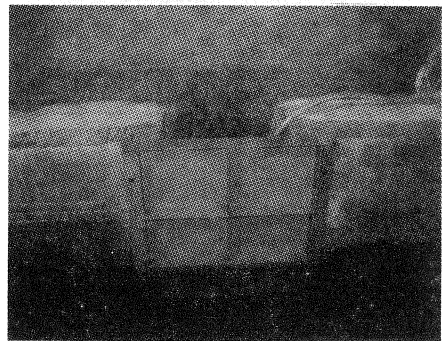


写真-7 2次コンクリート型枠組立状況

4.9 グラウト作業

グラウト注入前にシース内に残った水（塩分濃度は海水の 1/5 程度）を真水に置き換えるために水通しを行った。塩分濃度測定器で真水に置き換わったのを確認した後、グラウトを注入した。

5. 水中施工管理体制

当工事の水中部の施工管理については以下の方法で行った。

5.1 遠隔操作型ビデオカメラ

足場上にモニターとリモートコントローラーを設置し、遠隔操作で水平方向に 360 度、鉛直方向に 215 度の可動ができる完全防水の球型耐圧容器に収められた高性能ビデオカメラを水中に沈めて、各工種の施工前・施工後の確認を行った（写真-8）。

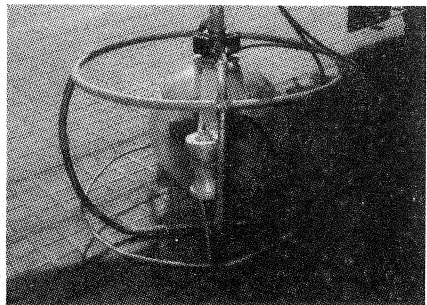


写真-8 遠隔操作型ビデオカメラ

5.2 高性能小型ビデオカメラ

完全防水が施された小型ビデオカメラをダイバーの頭部に取り付け、ダイバーの目線で撮影される作業(緊張作業等)を地上のモニターから水中マイクで指示を与えながら監視した(写真-9)。

5.3 水中カメラ

水中部の写真管理は、真水が充填された強化プラスチック製の容器にセットされたカメラを使用した。水中に濁りがある場合でも、ノーズ下面を被写体に直接あてて撮影することで鮮明な写真撮影が可能となった(写真-10)。

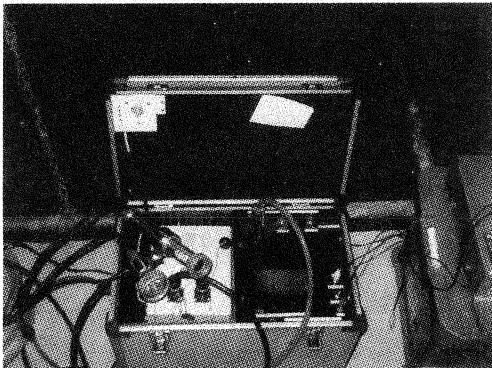


写真-9 高性能小型ビデオカメラ

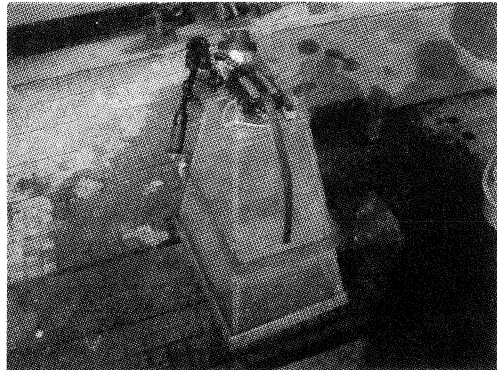


写真-10 水中カメラ

6. おわりに

本稿では、水中に位置する橋脚の補強を仮締め切りを行わずに PC コンファインド工法を水中施工で使用した工事の事例を紹介した。本工事のように部材の組立から完成まで、すべての工事を水中で施工した例は極めて少ない。よって、数多くの問題点を実証試験を行い解決しながらの施工となった。その結果、PC コンファインド工法は水中施工が可能であることが実証されたと思われる。最後に本工事に多大なご協力とご指導を頂いた関係各位に深く感謝の意を表すとともに、本報告が今後の補修・補強工事の一助となれば幸いである。

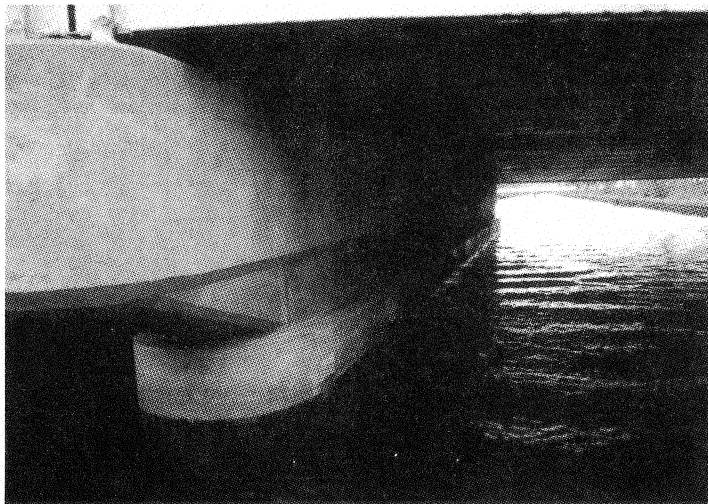


写真-11 完成状況