

PPRCウエル下部工工事(九年橋)の施工

(株)ピーエス三菱	○砂子 洋一
北上市 都市整備部道路環境課	杉澤 康友
北上市 都市整備部道路環境課	大沼 興
(株)ピーエス三菱 正会員	植村 典生

1. はじめに

北上川の支川にあたる一級河川、和賀川に架かる九年橋は、昭和8年2月にコンクリート製の永久橋として整備され、以来市民の市街地への重要な交通網として活用されてきたが、建設後80年が経過し、更新時期を迎える大量の社会資本ストックの一つとなっている。さらに、少子高齢化の進行により人口構成にも大きな変動がみられ、歩行者の安全確保が急務となっていることから、本線橋の補修工事と本線橋に隣接する歩道橋の新設工事が計画された。歩道橋の新設に伴う下部工工事は、河川の阻害率が問題となるため、本線既設橋脚に近接して構築する必要があるとともに、河川内の施工となるため施工期間は湯水期(11月～3月の5ヶ月間)に限定される。そこで、これらの課題を克服するためプレキャスト部材を用いた急速施工・近接施工が可能なPCウエル工法およびプレキャスト橋脚が採用された。本稿では、PCウエル工法のナレッジマネジメントを活用した事前のリスクアセスメントの実施によるリスクへの対応策とその結果について報告する。



写真-1 完了全景

2. 工事概要

本工事の概要を以下に示す。また、橋梁一般図を図-1に、構造一般図を図-2に示す。

工事名：九年橋歩道橋下部工工事

基礎部：PCウエル φ3,000mm (PPRC構造), h= 12.05～14.55m (各橋脚6～7ロット, 仮設ロット含む), 6基
 橋脚部：プレキャスト橋脚 φ2,000mm (PPRC構造), h= 7.8～8.2m (各橋脚4ロット), 6橋脚

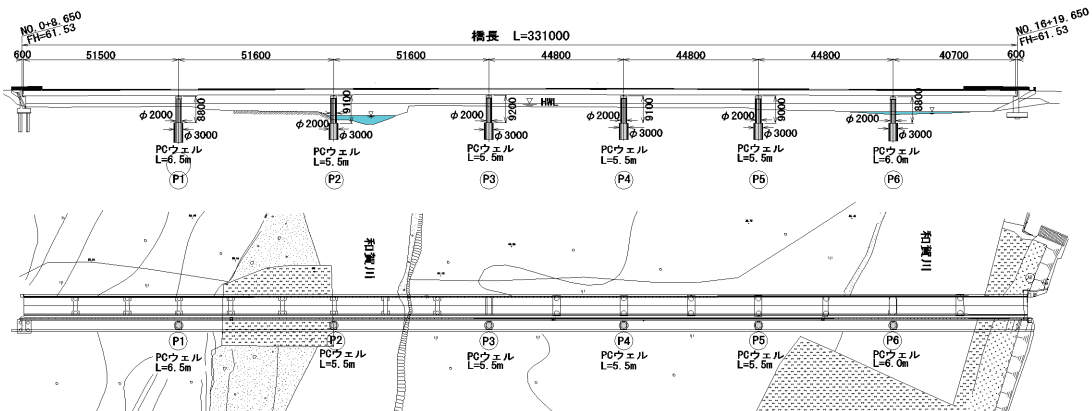


図-1 橋梁一般図

3. PCウェル工法の概要

3.1 工法の概要

PCウェル工法は、マッチキャスト工法により工場で製作されたプレキャストブロックを接着剤およびプレストレスによって緊結し、内部をハンマーグラブ等で掘削しながら、グラウンドアンカーの反力により圧入沈設する工法である。施工状況を写真-2に示す。

構造は、圧入完了後、スパイラルシースで形成された側壁部のダクト内に異形棒鋼や高強度鉄筋を配置し、超遅延型無収縮鉄筋グラウト(以下、マルチモルタル)で定着することによりRC構造としての設計が可能となるPPRC構造である。PCウェル工法概要図を図-4に示す。また、近年の耐震設計に基づき、曲げ耐力の差を明確にし、塑性化を考慮する範囲を限定的なものにするため、橋脚躯体と基礎本体の断面形状を変化させている。

本工事では、設計地盤面が施工基面より5m程度低いいため、基礎部の構築にあたっては、仮設ロットを使用して所定の深度まで掘削圧入を行い、沈設完了後に仮設ロット内部に橋脚躯体を構築した。仮設ロットは、橋脚躯体構築後撤去し、他橋脚への転用を行った。

3.2 施工フロー

本工事におけるの施工フローを図-3に示す。

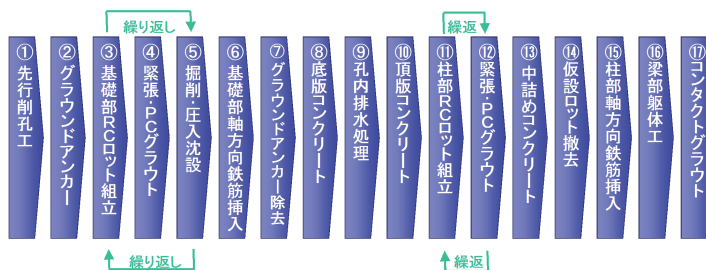


図-3 施工フロー

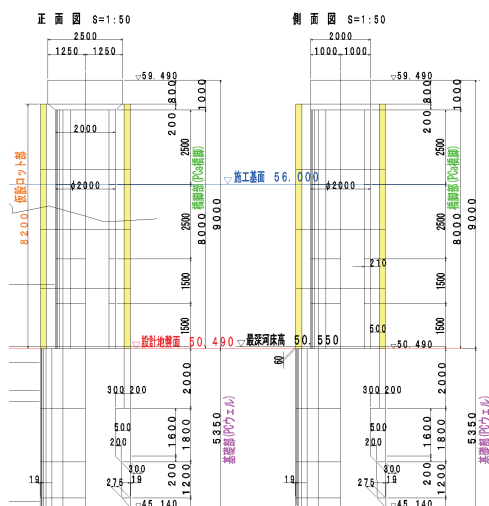


図-2 構造一般図



写真-2 施工状況

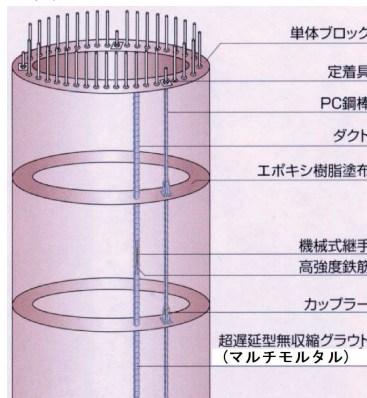


図-4 PCウェル工法概要図

4. リスクアセスメントの実施

PCウェル工法では、これまでの実績で得られた経験やノウハウ等の「暗黙知」を「形式知」として整理し、蓄積してきた。本工事では、これらのデータを活用し、事前に想定されるリスクに対し、リスクアセスメントを実施した。リスクアセスメントの結果、本工事では、回避すべきものとして、「軸方向鉄筋挿入時の高止まり」および「玉石や障害物による沈設不能や施工誤差」という二点を重要なリスクとして評価した。これらの事象に対し、最小の費用で効果的に処理するための対応策を以下に示す。

5. 重大リスクへの対応

5.1 軸方向鉄筋挿入時の高止まり

5.1.1 軸方向鉄筋挿入時の高止まりの要因

軸方向鉄筋挿入時の主な要因として、以下のものが考えられる。①掘削時のシース孔への土砂の混入、②PCグラウトやエポキシ樹脂系接着剤のシース孔への流入、③部材製作時におけるシースの配置誤差、④軸方向鉄筋挿入時のシース孔の損傷、⑤軸方向鉄筋機械式継手部におけるシース内径とのクリアランス、⑥機械式継手の前後での鉄筋の折れ曲がり、⑦シース内への地下水の流入によるマルチモルタルの材料分離

5.1.2 対応策

①掘削時は、スパイラルシースに装着可能な専用蓋を製作し、シース孔を養生することとした。当初ガムテープによる養生を行っていたが、作業効率が悪いことから、ゴム製の専用蓋に変更した。専用蓋によるシース孔の養生状況を写真-3に示す。②接続部の下部ロット上端のスパイラルシース周囲に深さ10mm、幅15mmの溝を設置し、この溝内に高さ20mm、幅10mmのシースパッキンを配置した。これまでシースパッキン設置用の溝は、接続部の上部ロット下端のスパイラルシース周囲に設置されていたため、部材組立中にシースパッキンがずれ、効果が発揮されていなかった。シースパッキンの設置状況を写真-4に示す。

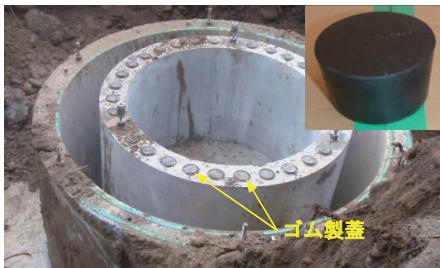


写真-3 シース孔の養生状況



写真-4 シースパッキンの設置状況

③硬質塩ビ管 (VU65) を用いて、製作工場では製品出荷時、施工現場では組立完了時に、全数、シース孔の導通検査を実施した。シース孔の導通検査状況を写真-5に示す。④軸方向鉄筋先端に取り付ける保護キャップは、金属製を使用していたが、コストが高いことや挿入中のシース内部の損傷を考慮し、金属製からゴム製へ変更した。⑤運搬条件や施工の可否を検討し、機械式継手を省略し、1本物の鉄筋に変更した。また、鉄筋の切断は、精密切断とした。



写真-5 シース孔の導通検査状況

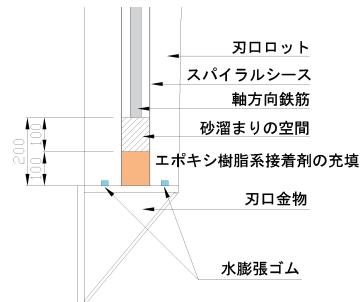


図-5 軸方向鉄筋用シース下端詳細図

⑥各部材の接合部には、止水性に配慮しシース管の内外に水膨張ゴムを設置した。外観への配慮として接合面に目地を生じさせず、水膨張ゴムのバックアップ効果により止水性能を発揮させるためには、接合面のプレストレスは、 $0.8\text{N}/\text{mm}^2$ 程度導入するのが良い。また、漏水の可能性が高い刃口金物との接合部に対しては、軸方向鉄筋用シース下端に10cm程度のエポキシ樹脂系接着剤を充填するとともに、10cm程度の砂溜まりの空間を設けた。軸方向鉄筋用シース下端詳細図を図-5に示す。

5.2 玉石や障害物による沈設不能や施工誤差

5.2.1 玉石や障害物による沈設不能や施工誤差の要因

二軸同軸式アースオーガ(φ800mm)による先行削孔での対応可能な粒径は、ケーシング径の1/5程度であり、160mm以下の粒径に限定される。河川内の施工であるため、想定を超える粒径の玉石や障害物等の発生により対応できないことが予想された。

5.2.2 対応策

ケーシング回転掘削工法(φ1500mm)により試験施工を各橋脚で行い、施工性の良否を判定した結果、排土された玉石・れき径は、400mmを超えるものが多数点在し、長さが1.5mを超える木材等も発見されたことから、沈設工程の施工効率も考慮し、先行削孔工をケーシング回転掘削工法による砂置換工法に変更した。しかし、先行削孔工の掘削範囲が、ケーソン本体から45cm程度余掘りしてしまうため、設計時に見込んだ基礎前面の水平方向の地盤抵抗(地盤反力係数: kH)が低下する。

このため、PCウェル沈設完了後に、設計時の水平方向の地盤抵抗を満足するよう基礎前面へのコンタクトグラウトを実施した。試験施工結果を写真-6に、先行削孔工変更図を図-6に示す。



写真-6 試験施工結果

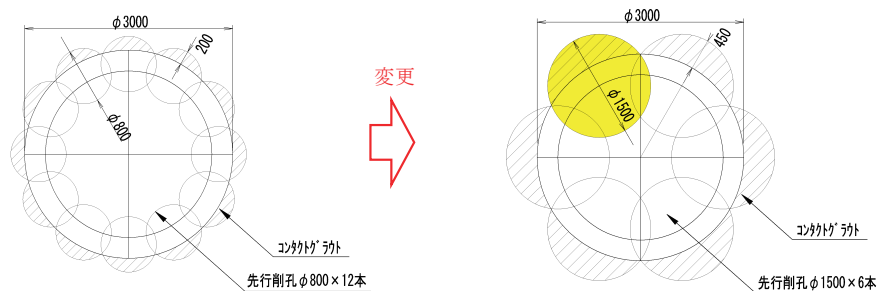


図-6 先行削孔工変更図

6. リスク対応による効果

軸方向鉄筋挿入前に、シース孔内への進入水の有無、導通検査、鉄筋挿入長について検査を行ったが、すべての規格・性能を満足しており、無事、軸方向鉄筋の挿入工程を完了した。

ケーシング回転掘削工法による砂置換工法を実施したため、掘削・沈設工程の施工効率が通常施工の1.5倍程度を確保することができ、全体工期の約20%の短縮を実現することができた。また、沈設精度においても所定の規格値を十分に満足することができた。

7. おわりに

本工事では、リスクマネジメントやナレッジマネジメント等の管理手法によって具体的なリスクを事前に把握し、作業員を含めた本支店の関係者とのリスクコミュニケーションを通して、リスクの低減および品質・工程・安全とコストのトレードオフの最適化を行うことで、発注者の要求事項を満足することができた。また、コスト縮減の追求は、創意工夫によって実現するもので、安全や品質の確保は大前提である。今後、PCウェル工法が、市場の要求と価格競争力を両立させた工法に成長するよう本稿が参考になれば幸いである。最後に本工事にあたり、ご指導・ご協力頂きました北上市都市整備部道路環境課の皆様と関係各位に対し深く感謝申し上げます。