

PC ウェル(九年橋)の施工

土木本部 土木部 砂子洋一

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、交通量が多く重要度の高い橋梁であることから、本線橋の補修工事とそれに伴う歩道橋の新設が計画された。歩道橋下部工は、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渇水期(11月～3月の5ヶ月間)に限定される。そこで、上記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ウェル工法およびプレキャスト橋脚が採用された。本稿では、事前に実施したリスクアセスメントによるリスクへの対応策とその結果について以下に述べる。



写真-1 完了全景

2. 工事の概要

本線橋の補修工事とともに三カ年で歩道橋を新設する事業計画で、初年度に下部工2基、次年度に下部工4基、最終年度に上部工を構築する。本工事は、この初年度に当たる。工事内容は、橋梁下部工2基(内、Φ3,000基礎部RCロット13個、Φ2,000橋脚部RCロット8個、梁部現場打ち2基)、仮設工(Φ1,500ケーシング回転掘削工法、除去式アンカー工)、他である。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。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。

3. 重大なリスクへの対応

3.1 軸方向鉄筋の高止まり

3.1.1 軸方向鉄筋の高止まりの要因

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グラウトやコンクリート接着剤のシース孔への流入、③部材製作時のシース孔の誤差、④軸方向鉄筋挿入時のシース孔の損傷、⑤軸方向鉄筋機械継手部は、シース孔径との余裕がない。また、機械継手の前後で鉄筋が折れ曲がる。⑥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。

3.1.2 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。②部材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。配置状況を写真-2に示す。③硬質塩ビ管(VU65)を用いて、工場では製品出荷時、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。検査状況を写真-3に示す。④軸方向鉄筋先端に取り付ける保護キャップを金属製からゴム製へ変更した。⑤機械継手を省略し、精密切断による1本物の異形鉄筋に変更した。⑥各部材の接合部には、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、 0.8N/mm^2 程度導入するのが良い。また、漏水の可能性が高い鋼製刃口とRCロットの接合部に対しては、シース内下端に10cm程度のエポキシ樹脂系接着剤を充填した。さらに、軸方向鉄筋用シースの下端には、10cm程度の砂溜まりの空間を設けた。



写真-2 配置状況



写真-3 導通検査状況

3.2 玉石や障害物による沈設不能

3.2.1 玉石や障害物による沈設不能の要因

河川内施工のため、玉石やれきを想定し、先行削孔工は、Φ800mmの二軸同軸式アースオーガとなっていたが、施工可能なれき径は、ケーシング径の1/5程度であるため、160mm以上のれきが存在した場合、対応できないことが予想された。

3.2.2 対応策

各橋脚で、試験施工を行い径や障害物の有無を確認した結果、先行削孔工をケーシング回転掘削工法による砂置換に変更した。しかし、先行削孔工の掘削範囲が、ケーソン本体から10cm程度オーバーカットしているため、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、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-4に示す。



写真-4 試験施工結果

4. リスク対応による効果

シース孔内部への地下水の進入は全く確認されなかった。また、事前に計測した軸方向鉄筋挿入長も所定のものが確保されていた。このような確認を実施した後、軸方向鉄筋の挿入を行い、所定の位置に施工を完了した。

PCウェルの沈設は、ケーシング回転掘削工法による砂置換を実施したため、施工効率も通常の1.5倍程度を確保し、所定の位置に所要の精度で沈設を完了した。

5. その他のリスクへの対応

その他のリスク対応として、以下の項目を実施した。

①沈設完了時の確認は、「PCウェル工法 設計施工マニュアル 施工編一」の円環断面加圧地盤調査により確実に支持層に定着されたことを確認した。②寒冷地における冬期施工のため、グラウトの練り混ぜ水は、電熱ヒーターを用いて加熱し、注入前のグラウト温度が10℃以上となるよう温度管理を行った。また、グラウト完了後の養生も適切に行った。③組立時のPC鋼棒の接続不良を防止するため、カプラーシース径および一般シース径をランクアップさせた。また、鋼製刃口と刃口ロット接続部は、鋼製刃口製作時にナットホルダーを設置し、その内部にあらかじめ、とも廻りを防止したナットを配置し、組立時にPC鋼棒を配置することとした。④プレキャストRCロット接合用の接着剤は、冬期施工による混練不足をなくすため、湿気硬化型の一成分形のエポキシ樹脂接着剤を使用した。⑤設計地盤面が、施工基面から5m程度低いため、柱ロットの施工完了後、仮設ロットの撤去が必要であった。そのため事前に、2ロット(2m+2m)をPC鋼棒で接合し、1ロット(4m)の部材として、一括組立・撤去を行った。一括組立状況を写真-5に示す。⑥頂版施工時にPCウェル孔内での施工空間の確保が困難なことから、鉄筋組立およびスパイラルシースの配置は、専用架台を製作し、地上で組立てるユニット施工を行った。ユニット施工に伴い、鉄筋の加工

形状および継手方法の変更等を行った。施工状況を写真-6に示す。⑦部材の破損を防止するため、ハンマーグラブに緩衝材を取り付けた。⑧マルチモルタル練り混ぜ時は、角型ミキサーでは四角に混り練り不良が発生するため、ミキサーの形状を丸形に変更した。



写真-5 一括組立状況



写真-6 施工状況

6. 設計に関する事項

下部工の耐震設計では、地震時の設計における塑性化を考慮する領域を橋脚躯体に設ける必要があるが、PCウェル工法では、施工性や経済性を重要視し、基礎と橋脚との境界面で軸方向主鉄筋の断面積のみを変化させるパイルシャフト構造がこれまで採用されてきた。これらは、基礎と橋脚を同一断面とし、一部の主鉄筋は、基礎から橋脚まで貫通するものもあった。本工事では、橋脚躯体と基礎本体の断面形状を変えるとともに、それぞれの軸方向鉄筋も頂版コンクリートにより結合する構造とした。これにより双方の曲げ耐力の差を明確にし、塑性化を考慮する領域をより限定的なものとした。河川内の下部工は、設計地盤面（橋脚と基礎の境界面）が、現地盤面よりかなり深い位置になることが多いため、仮設ロットの設置・撤去が必要となることや、狭隘な空間での頂版・柱部の施工といった工期と工費に及ぼす影響も大きい。

7. まとめ

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、リスクの低減とトレードオフの最適化を行うことで、所定の利益の確保と、発注者の要求事項を満足することができた。また、コスト削減の追求は、安全や品質の確保は、大前提であり創意工夫によって実現しなければならない。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。

Key Words : 軸方向鉄筋, プレキャスト, 先行削孔工



砂子洋一