

斜角を有する PC コントラ橋

—奥の沢橋—

| | | |
|-------|--------|------|
| 名古屋支店 | 土木技術部 | 和地高弘 |
| 名古屋支店 | 土木工事1部 | 田島健司 |
| 名古屋支店 | 土木技術部 | 権藤太郎 |
| 名古屋支店 | 土木工事1部 | 松田正実 |

概要:奥の沢橋は、静岡県にある富士スピードウェイの東に位置した小河川橋である。PC コントラ橋とは、橋梁上下部を一体とした PC 単径間逆台形ラーメン橋を称している。本工法は、高品質の確保ならびに、工期短縮を目的とし、上下部一式のプレキャストセグメント工法を採用しているため、支間 15m 以下の小河川に適用されている。また、逆台形ラーメン構造の特性から、橋梁側壁を法面勾配に合わせる事が可能となるため、掘削土量を少なく出来るという特徴を有している。

本稿は小河川橋における従来の両端が橋台に支持された単径間 PC 橋梁を、この上下部一体の逆台形ラーメン構造としたことにより得られる PC コントラ橋の特長と設計概要を紹介するとともに、本形式を斜角 60° の橋梁に適用した奥の沢橋の施工事例として報告するものである。

Key Words: コントラ橋, 上下部一体構造, オールプレキャスト, 斜角, 工期短縮

1. はじめに

上下部一体の PC 単径間逆台形ラーメン構造を、側面形状からコントラ (CONTIRARY: 逆, TRAPEZOID: 台形) 橋と称している。

本形式は、上下部一体構造の逆台形ラーメン構造であり、工場で作成したプレキャスト部材を現地で一体化することで、上下部一体施工を可能とした。ボックスカルバートと異なり、逆台形ラーメン構造であるため、橋梁側壁を法面勾配に合わせることで、掘削土量を低減できる形式である。

支間 15m 以下の小河川橋には、従来より両端が橋台に支持された単径間 PC 橋梁が多く採用されてきた。この形式は、上部構造にはプレキャスト桁を用い、下部構造には場所打ちの橋台が用いられている。これに対し本形式は、上下部一体構造のオールプレキャスト構造としているため、従来工法に比べ高品質の確保及び、工期の短縮を図ることが可能である。

本稿は、PC コントラ橋の優れた特長とその設計概要を述べたあと、本形式を斜角 60° の奥の沢橋に採用した施工事例として報告するものである。



和地高弘



田島健司



権藤太郎



松田正実

2. 特長

PC コントラ橋が有する特長を図-1 および以下に示す。

- ① 上下部一体のプレキャスト構造
上下部一体のプレキャスト構造であるため、現地での施工工期が短縮できる。さらに、工場製品であることから高品質の構造物とすることが可能である。
- ② 掘削土量の低減
河川断面に側面形状を一致させることにより、通常の下部工施工における橋台背面の締め切りおよび掘削が必要なく、発生土量も抑えることが出来る。
- ③ 耐震性の向上
左右から土圧が作用するため、地震時の安定性が高く耐震性が良い。
- ④ 橋台支持基盤の向上
下床版全体が支持面となるため、鉛直荷重の支持面積が大きく、比較的地盤支持力が弱い地盤でも直接基礎とすることができる。
- ⑤ 低振動・低騒音
ラーメン構造であるため、支承および伸縮装置が不要であり、振動・騒音を押さえられる。

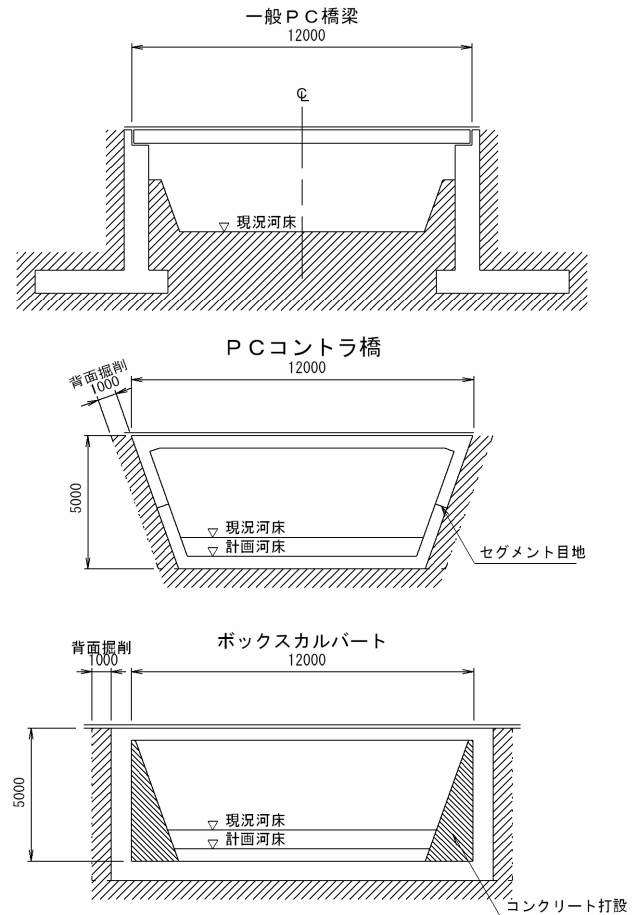


図-1 PC コントラ橋の特長

3. 適用範囲

コントラ橋は、プレキャスト構造であるので製作・運搬の面から、支間 5m~15m 程度、高さ 3~6m 程度の中小河川への適用が考えられる。

従来の両端が橋台に支持された単径間 PC 橋梁に対して、この上下部一体構造の PC コントラ橋の方が優位と思われる箇所を下記に記す。

- ① 市街地で橋台背面の掘削が住宅等の近接により困難な箇所。
 - ② 橋梁周囲へ交通による振動・騒音を押さえることが必要な箇所。
 - ③ 軟弱地盤における橋台の杭本数が多くなる箇所。
 - ④ 工事による交通遮断期間を短くし、早期解放が望まれる箇所。
- などが考えられる。

4. 設計概要

PC コントラ橋がボックスカルバートと異なる点として、PC コントラ橋は土かぶりがないため床版部は一般の道路橋と同等の耐力が要求される。そのため、道路橋示方書Ⅲ7章床版に基づき設計を行った。

死荷重、土圧、水圧およびプレストレスによる断面力の計算は、平面骨組構造解析により行った。また、頂版、側壁上端と施工目地部は PC 構造、その他の部材は RC 構造とした。

4.1 床版の設計

4.1.1 主方向の設計

主方向床版の活荷重による設計曲げモーメントは道路橋示方書Ⅲ7.4.2 より算出した。

- ・床版の支間方向：車両進行方向に平行

- ・ 曲げモーメントの方向：支間方向
- ・ 曲げモーメントの種類：支間曲げモーメントおよび支点曲げモーメント

死荷重曲げモーメントについては、道路橋示方書Ⅲ10.3のPC箱桁と同様に求めた。

土圧・水圧については、側壁部に水平力を作用させて曲げモーメントを算出した。ただし、底版自重については地盤反力と相殺するため考慮していない。

4.1.2 横方向の設計

床版の横方向の活荷重による設計曲げモーメントは、道路橋示方書Ⅲ7.4.2より算出した。

- ・ 床版の支間方向：車両進行方向に平行
- ・ 曲げモーメントの方向：支間に直角方向
- ・ 曲げモーメントの種類：支間曲げモーメント

床版横方向はPCスラブ桁と同様に間詰めコンクリートを打設するため、フルプレストレスとなるようにPC鋼材を配置した。

4.2 側壁の設計

側壁はセグメント継ぎ目となるため、道路橋示方書Ⅲ17.3.2に従い活荷重を1.7倍し、常時（活荷重載荷時）はフルプレストレスとなるようにPC鋼材を配置した。側壁下端については、道路橋示方書Ⅲ10.3のPC箱桁と同様に支点曲げモーメントを考慮した。

4.3 底版の設計

底版には、函体の荷重、橋面工および活荷重の反力を、下方より等分布荷重を載荷させて曲げモーメントを算出し、RC構造として解析を行い、必要鉄筋量を配置した。

5. 奥の沢橋

5.1 奥の沢橋の概要

奥の沢橋は、旧橋の上下部一式架け替え工事であった。しかし、民家が近隣にあり、掘削幅に制約があった。従来の両端が橋台に支持された単径間PC橋梁形式では、橋台背面の掘削幅を確保することが困難であったため、周囲環境に及ぼす影響が従来工法と比較して少なくできるコントラ橋が採用された。

奥の沢橋の全景を写真-1に、橋梁諸元および、使用材料をそれぞれ表-1、表-2に示す。



写真-1 奥の沢橋

表-1 橋梁諸元

| | |
|--------|---|
| 工事名 | 平成16年度（一）山中湖小山線地方特定道路改築工事 （ボックスカルバート工） |
| 路線名 | 県道山中湖小山線 |
| 道路構造規格 | 第3種第3級 |
| 構造形式 | PCコントラ橋 |
| ボックス数 | 11主桁（1期施工5本，2期施工6本） |
| 河川名 | 奥の沢川 |
| 橋長 | L=12.733m(ボックス中心) |
| 河川勾配 | i=1/65 |
| 幅員構成 | W=4.00+3.50+2.50 |
| 斜角 | 右60° 00' 00" |
| 勾配 | 縦断勾配 i=5.26~2.5% 横断勾配 i=2.0% |
| 平面線形 | R=160m |
| 設計荷重 | 活荷重 B活荷重 |

表-2 主要材料

| | | |
|--------|----------|-------------------------------|
| コンクリート | BOX本体 | $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ |
| | 間詰め | $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ |
| 鋼材 | 頂版主ケーブル | SWPR19L 1S21.8 |
| | 側壁縦締め | SBPR930/1180 $\phi 32$ |
| | 頂版横締め | SBPR930/1180 $\phi 32$ |
| | 側壁・底版横締め | SWPR19L 1S28.6 |
| | 鉄筋 | SD295 |
| | せん断キー | SR235 |

5.2 主構造

奥の沢コントラ橋は斜角 60° を有する橋梁である。側面図および、断面図を図-2および図-3に示す。

側面図

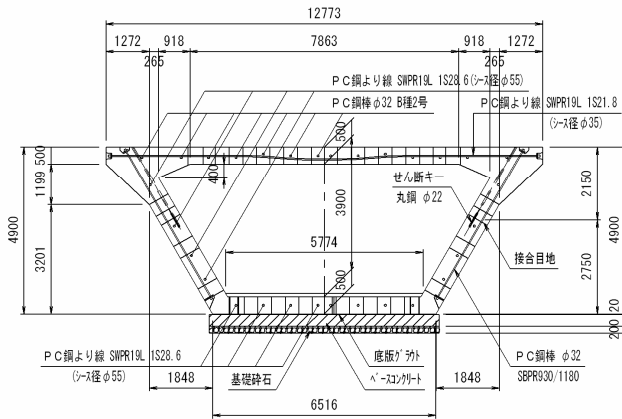


図-2 側面図

断面図

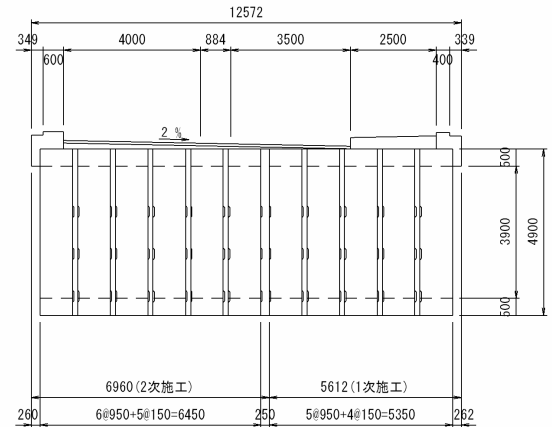


図-3 断面図

5.3 工場製作

(1)部材製作工程は、通常のプレテンション桁と同様の工程で行った。実施製作サイクルは、3日で1ブロックとした。

(2)部材製作後、写真-2に示すように、実施工を想定して工場内においてセグメントブロックの仮組を行った。また、運搬時の支持点の検討も行った。

5.3.1 上下ブロックの接合

本橋のセグメントブロックは、運搬・架設の条件から上下2分割している。さらに本橋の特徴として、斜角 60° を有しているため、上下ブロックの接合面は鉛直方向のPC鋼棒に対して直角とならず、斜角を有する。それにより、上ブロック架設時、さらにはブロック上下連結の緊張時に、接合面で回転方向の力が発生する可能性があった。また、上ブロックの架設後、側壁の鉛直PC鋼棒、頂版の横締めPC鋼棒、および側壁の横締めPC鋼より線の計3種類のPC鋼材が設置可能でなければならない。以上の点を考慮し、上ブロックが正確に設置しやすいよう、下ブロックにインサートを設置し、鋼板アングルにてガイドを作成した(写真-3)。

5.3.2 運搬時の検討

本橋では、函体の重量や大きさの制限から、プレキャストセグメントブロックを上下2分割とした。

上ブロックは架設の都合上、床版部を上面にして運搬する必要があった(図-4)。運搬時はプレストレスが導入されていないため、プレキャストセグメントブロックに有害なひび割れが発生する可能性がある。そこで、運搬時の支持位置の検討および、RC部材としての応力



写真-2 仮組状況

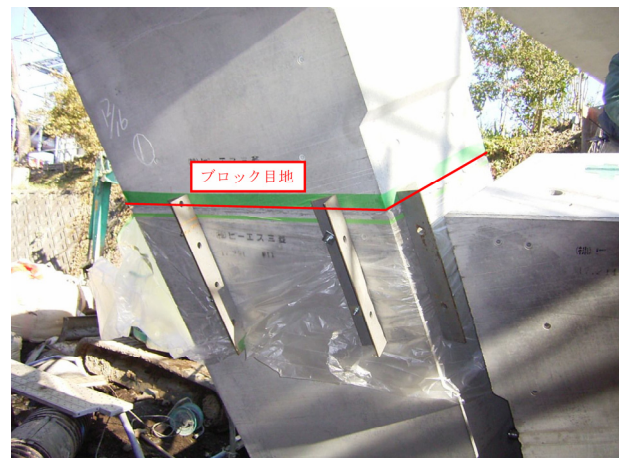


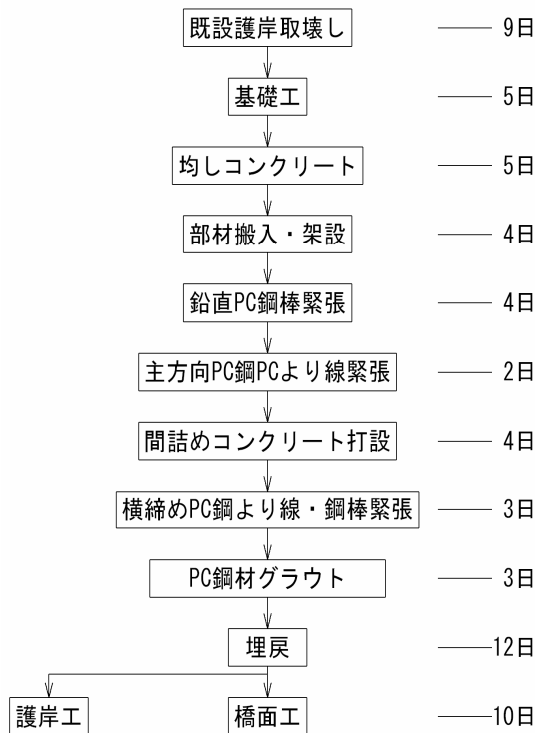
写真-3 鋼板アングル

照査を行った。その結果、最大曲げモーメント時の鉄筋応力は $\sigma_s=243.1\text{N/mm}^2 > 180\text{N/mm}^2$ と許容値を超過していたため、頂版のPC鋼より線を仮緊張することとした。導入緊張力は400kNとすることで鉄筋応力を $\sigma_s=140\text{N/mm}^2$ 程度に抑えた。

さらに、仮緊張時のプレストレスによる弾性変形に着目し照査を行った結果、各部材の変形は1mm未満であったため、仮緊張による部材の変形は問題がないと判断した。

5.4 実施工

施工フローを下記に示す。また、写真-4、5、6に施工状況を示す。



5.4.1 基礎工

本橋は、奥の沢川に架かる河川橋である。そのため、基礎工を施工するにあたり、流水が施工範囲におよばないように、河川の切回しが必要であった。

渇水期の河川に仮締め切りを行った。滞留する河川の水は、 $\phi 1000\text{mm}$ のコレクターパイプをプレキャストボックスの脇に通し施工範囲より下流に排水した。

5.4.2 下ブロック架設

下ブロック（重量：約15t）の架設は $\phi 38\text{mm}$ ワイヤー4本用いた。下ブロックの架設時の重心は下床版部中心としていたが、側壁高さが下床版下面から2750mmと高いこと、側壁の重量が重いことから、少しの振動で

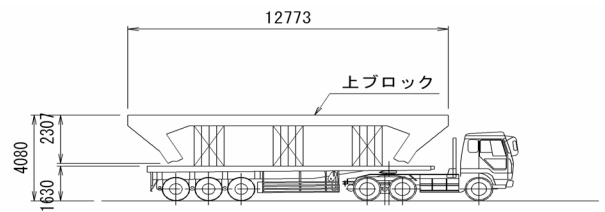


図-4 運搬形状



写真-4 基礎工



写真-5 下ブロック架設



写真-6 上ブロック架設

転倒する可能性があった。そのため、写真-5に示すように、側壁の上部付近に補助ワイヤーを設置することで転倒防止を図った。

また、同上の理由でブロックを据付けた後、速やかにワイドパネルビームを設置し、あらかじめ基部コンクリートに設置しておいた転倒防止用アンカー (D19) にて固定した。

5.4.3 上ブロック架設

上ブロックの架設は写真-6に示すように、下ブロックの架設終了後、底版上に作業ヤードを設置してから上ブロックの架設を行った。

上下ブロックの接合面には接着剤を塗布した後、上ブロックの架設を行った。

上ブロック (重量: 約 25t) 架設にはφ38mm ワイヤー4本を用いた。下ブロックとの接合面が左右ともに微調整を行い正確に設置できるよう 10t チェーンブロックを4本使用し、あらかじめ下ブロックとの接合面に取付けておいた鋼板アングルのガイドを利用して上ブロックを正規の位置に設置した。特に、1ブロック架設毎に、側壁の鉛直 PC 鋼棒、頂版の横締め PC 鋼棒、および側壁の PC 鋼より線が設置可能か十分に確認を行いながら架設を行った。

5.4.4 PC 鋼材緊張

PC 鋼材の緊張は、初めに架設後上下ブロックの連結のため、鉛直方向の PC 鋼棒の緊張を行った。その後、頂版主方向の緊張を行った。最後に、間詰めコンクリート打設後に、底版、側壁、頂版の横締め緊張を行いセグメントの一体化を図った。

5.4.5 間詰めコンクリート打設

コントラ橋のセグメントブロックは、箱桁形状を下にして製作するマッチキャスト方式を基本としている。奥の沢橋は斜角を有しているため、この方式での製作は困難であった。セグメントブロック同士の接合面の誤差が懸念されたため、セグメントブロックの間に間詰め部を設けて施工を行った。

5.4.6 護岸工・埋戻

グラウト工終了後速やかに、セグメントブロック背面の埋戻を行った。しかしながら、本形式は逆台形ラーメン構造であり、セグメントブロック近傍は斜角を有している。そのため、セグメントブロック背面の埋戻において締固めが十分行えない可能性があった。さらに、本橋ではセグメントブロック背面の踏掛け版の計画がなかったため、橋梁供用後の地盤沈下が懸念された。そのため、橋台背面はセグメントボックス底版付近から、地盤改良材にて地盤改良を行い橋梁供用後の地盤沈下に対する措置を行った。

6. まとめ

近年の橋梁工事では、施工工期の短縮・工事費の削減・高品質の要求により、プレキャストセグメント工法による PC 橋梁が増えつつある。本形式も、プレキャストセグメント工法を採用しており、工場での部材製作に関して、部材の運搬、組み立て、接合などプレキャスト箱桁と同様の高い精度と技術が要求される。特に斜角を有する場合は、セグメントの分割位置およびその接合面の形状に十分留意する必要がある。しかしながら、上下部構造のほとんどの部材を工場で製作することで、現地作業が省力化され、従来より多く採用されてきた両端が橋台に支持された単径間 PC 橋梁形式に比べ、大幅に工期を短縮させることが可能な形式である。

また、本形式は従来の形式に比べ橋台背面の掘削土量を低減出来るため、施工上制約の多い市街地などでの活用が大いに期待できると考えられる。

今後、支間 15m 以下の中小河川橋への適用の実用化が図られ、広い活用が推進されることを期待するものである。