



### 3. 耐久性向上対策

本橋は高さ46.3mの橋脚が山岳斜面に位置し、道道遠野別保線およびオビラシケ川と交差することから、供用後の補修が困難な箇所位置する。また、架橋位置は凍害危険度が5段階中4段階と「凍害が大きいと予想される地域」に属しており、2ヶ年の工期中、寒中コンクリート施工を2期に渡り行うことから、コンクリートの施工時における初期凍害を防止する必要がある。さらに、供用後の冬季における凍結防止剤散布の影響から、寒冷地特有の凍害と塩害の複合劣化も懸念された。

このようなことから、コンクリートおよびPC鋼材の長期耐久性を確保することが重要と考え、本工事で実施した取組みについて報告する。

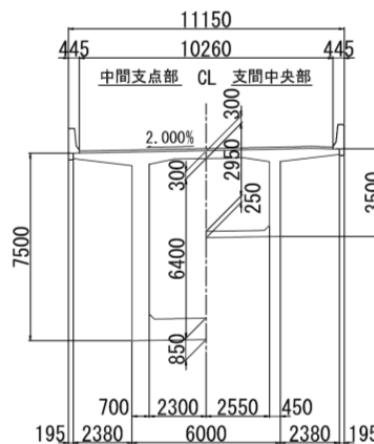


図-3 主桁断面図

#### 3. 1 コンクリートの耐久性確保

本橋の P2, P3 橋脚は高橋脚 (46.3m) であり、張出し施工延長は最大 60.5m となることから、水平圧送換算距離は最大約 280m となった。これらの条件下でのコンクリート打設では、ポンプ圧送時において 1~2cm 程度のスランプロスが予想された。とくに過密配筋部となる柱頭部は桁高が最大 7.5m と高く、コンクリートの充填性を確保することが重要であるため、以下の取組みを行った。

##### (1) 過密配筋部での 3D モデルの活用

P2, P3 橋脚の柱頭部は、鋼管複合構造である下部工と上部工の鉄筋および PC 鋼材が混在した過密配筋となることから、コンクリート打設時の充填不足が懸念された。

したがって、施工前の設計照査段階において、鉄筋、シーース、PC 定着具を 3次元でモデル化 (図-4) し、骨材通過の事前確認を行い、コンクリートの充填不良の発生が懸念される箇所や鋼材同士の干渉する箇所については、鉄筋加工寸法や鉄筋間隔の変更を適宜行い、コンクリートの充填性を確保した。

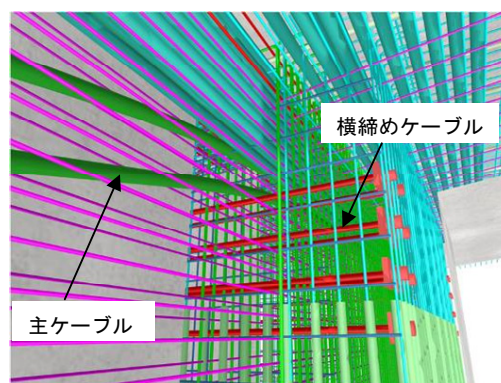


図-4 柱頭部の配筋モデル化

##### (2) コンクリートの配合

筒先にて想定されるスランプやコンクリートの耐凍害性を考慮した結果、本橋の全箇所において、当初配合の AE 減水剤を用いたスランプ 8cm のコンクリートから、修正配合の高性能 AE 減水剤を用いたスランプ 12cm のコンクリートに変更した。これにより、適切なワーカビリティ、エントレインドエアおよび想定どおりの筒先スランプを確保することができた。

##### (3) ひび割れ防止対策

本橋の柱頭部はマスコンクリートのため、温度変化に伴う温度ひび割れの発生が懸念された。また、柱頭部のコンクリートは下床版部、ウェブ部と上床版部の 3ロットに、側径間部は下床版・ウェブ部と上床版部の 2ロットに、それぞれ分割してコンクリートを打設するため、上床版のコンクリート打設時に、外部拘束ひび割れの発生が懸念された。したがって、これらのひび割れの発生を抑制するため、高性能 AE 減水剤を使用することにより、単位セメント量を  $72\text{kg/m}^3$  低減し、水和反応に伴う温度上昇を低減するとともに、上床版コンクリートには高性能 AE 減水剤に膨張材を添加したコンクリートを使用した。

##### (4) 3次元温度応力解析

上記配合による効果を確認するため、柱頭部を対象とした 1/4モデルによる 3次元温度応力解析を実

施した。当初配合では、ひび割れ指数が1.04でひび割れ発生確率が50%であったが、高性能AE減水剤と膨張材を使用した配合では、ひび割れ指数が2.11となりひび割れ発生確率が5%以下に改善された（図-5）。したがって、本橋においては、ひび割れ防止用の補強筋の追加配置は不要となり、配合の変更のみをひび割れ防止対策とした。

### （5）養生

工事箇所では、10月下旬から5月初旬までの約6ヶ月半が寒中コンクリート施工期間となる。そのため、コンクリート打設中の初期凍害を防止するため、コンクリート圧送管に断熱材を巻き、配管養生を行うことにより、コンクリートの温度低下による初期凍害を防止した。また、防炎シートなどで上屋を覆うのみでは、初期凍害の発生懸念があったため、本工事では移動作業車全体をポリカーボネート製の採光性パネルで覆った防寒養生を行った（写真-1）。養生期間中は給熱を行い、移動作業車内の温度5℃以上を目標に温度管理を行った。

## 3. 2 PC鋼材の耐久性確保

### （1）グラウト

本橋の張出し架設部の主ケーブルは、合計本数約200本配置されており、ケーブル長さは最大約133mと長かった。したがって、本橋では、超低粘性タイプのグラウト材を使用することにより、従来の高粘性タイプよりも、1)グラウトの注入圧力を低減、2)グラウトの充填率を向上、3)W/Cを低減することができ、グラウトを確実に充填し、有害な空隙の発生を防止するとともに、PC鋼材の防食性を確保することができた。また、グラウトの施工時期は、PC鋼材の確実な防錆の観点から、緊張作業終了から4週以内とし（PCグラウトマニュアルでは穏やかな環境の場合8週間以内）、3~4ブロック施工するごとにグラウト注入を行うこととした。

### （2）冬季施工期間中のPC鋼材防錆対策

本橋の張出し架設部の合計40ブロック中24ブロックが、約6ヶ月半の冬季施工期間中の施工となった。したがって、PC鋼材の防錆対策を確実にを行うため、通常は完成系ケーブルとして使用するポリエチレン系樹脂充填被覆・防食PC鋼材を使用し、冬季施工期間終了後、速やかにグラウト注入を行った。

## 4. 施工管理上の工夫

### 4. 1 高精度な緊張管理手法

本橋の張出し架設部の主ケーブルの長さは最大約133mと長いため、シースとの摩擦、角度変化による誤差要因の影響を受けることにより、導入緊張力のばらつきを生じる懸念や作図作業による人的な読み取り誤差を生じる懸念があった。したがって、本橋では、導入緊張力の精度を向上させるため、携帯端末を用いたIT管理により緊張管理図を自動作図するシステムを使用した。

このシステムは、①元となるプログラムの入ったパソコンを事務所内に置き、現場で緊張力と伸びを携帯端末に入力する（写真-2）。②そのデータが事務所内のパソコンに転送される。③そのデータから自動計算により作成された管理図が携帯端末に転送されて画面表示するものである。管理図は、

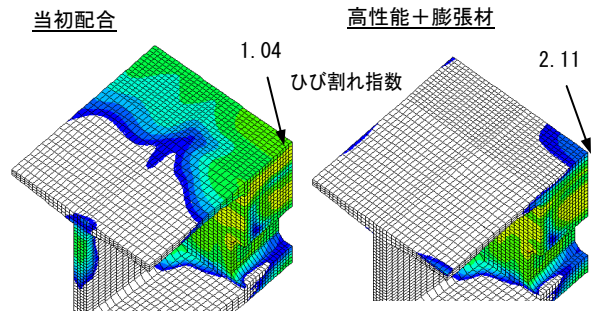


図-5 温度応力解析結果



写真-1 防寒養生状況

最小2乗法により計算された近似直線を自動作図により行い、人的誤差を含まない高精度な緊張管理を行うことができた。

#### 4. 2 移動作業車の組立・解体作業時の安全対策

P3橋脚については、竹割り土留め工法を用いた橋脚の起点側が道道1003号と極めて近接しており（写真-3）、起点側の移動作業車組立て時および解体時における通行車両に対する安全確保対策が必要であった。また、交差道路上における作業員の高所作業時の安全を確保することも重要であった。

検討の結果、柱頭部の終点側において移動作業車を組み立てたあと、柱頭部上を起点側に移動させ、所定の位置へ据付を行った。一方、解体についても、道道上での作業を回避するため、P3橋脚まで移動作業車を後退させずに、吊支保工に代えて移動作業車により引き続き中央閉合を施工し、P2橋脚まで前進させてから解体作業を行った。

これにより、道道上での移動作業車の解体および吊支保工の組立解体が不要となり、交通の安全性を確保できるとともに、高所作業自体を大幅に削減でき、安全に作業を行うことができた。

なお、3か所あるすべての中央閉合部の施工には、移動作業車を用いる方法とした。

#### 5. おわりに

オビラシケ川橋の完成写真を写真-4に示す。オビラシケ川橋上部工工事は平成27年12月に無事竣工を迎えることができた。また、釧路外環状道路の一部は平成28年3月12日に開通したことから、道内移動の時間短縮がはかられ、物流の効率化や交流人口の増加による観光振興の発展など地域経済に対する効果が期待されている。最後になりましたが、設計および施工にご指導・ご協力を頂いた方々をはじめ、工事に携わった関係者の皆様に深く御礼を申し上げます。



写真-2 IT端末を用いた緊張管理状況



写真-3 道道上の施工状況



写真-4 オビラシケ川橋完成