

## 能越道 中波 2号跨道橋工事の施工報告

(株) I H I インフラ建設	正会員	○ 田中 慎也
(株) I H I インフラ建設	正会員	井上 隆保
(株) I H I インフラ建設		前田 崇博
(株) I H I インフラ建設		草薙 裕樹

### 1. はじめに

能越道 中波 2号跨道橋工事は、ポストテンション方式 PC 方杖ラーメン中空床版橋の上下部工事である。本橋は、凍結防止剤の散布が不可欠な地域にあること、海岸線近くに位置していることから、構造物の耐久性を確保するために、塩分浸透を防ぐ密実なコンクリートを確実に施工することが課題であった。

橋脚と主桁が剛結されたラーメン構造となる本橋は、固定支保工により上部工を施工するため、上部工死荷重が作用しない橋脚に、施工時の上部工主方向プレストレスにより大きな曲げモーメントが発生することが考えられた。また、マスコンクリートとなる橋脚基礎では、温度応力によるひび割れの発生が懸念された。

本稿は、施工時に行ったコンクリートの品質向上のための取組みと、ひび割れ抑制対策の実施状況について報告する。

### 2. 工事概要

以下に、工事の概要、断面図 (図-1) および橋梁一般図 (図-2) を示す。

工事名：能越道 中波 2号跨道橋工事  
 発注者：北陸地方整備局 富山河川国道事務所  
 構造形式：ポストテンション方式 PC 方杖ラーメン橋  
 橋 長：60.00m  
 支 間：16.90m+25.00m+16.90m  
 塩害対策：対策区分Ⅰ (本線)，対策区分Ⅱ (壁高欄)  
 工 期：平成 25 年 2 月 20 日～平成 26 年 3 月 31 日

能越道の概要：

石川県輪島市から富山県砺波市に至る延長約 100km の高規格幹線道路で、北陸自動車道、東北陸自動車道等の高速自動車道路網と有機的に結合し、能登地域および富山県西部地域と三大都市圏との広域的な連携を強化し、人・物流の円滑化を図り、産業の拡大やリゾート開発等、地域の活性化や均衡ある発展を促すことを目的とした路線である。

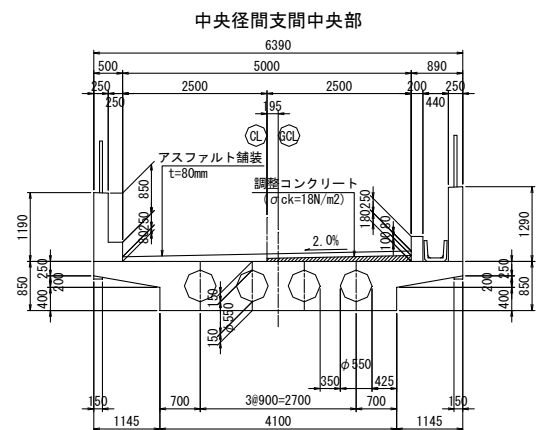


図-1 断面図

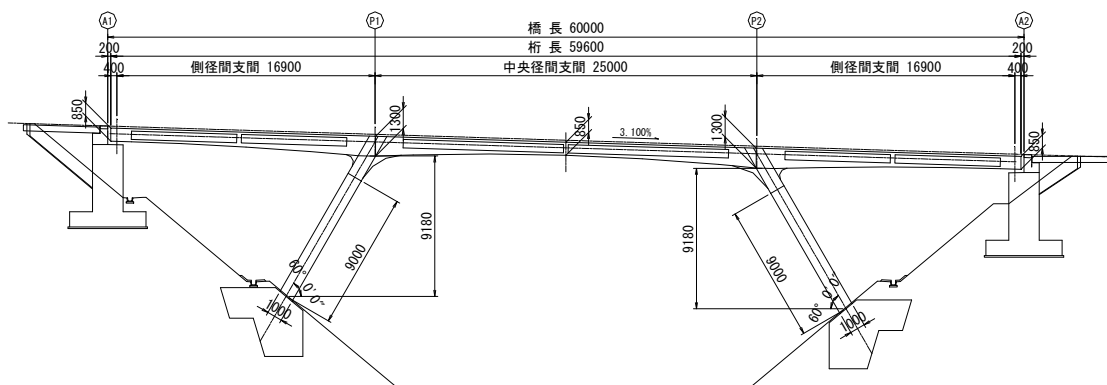


図-2 橋梁一般図 (側面図)

### 3. コンクリート品質向上のための対策

#### 3.1 橋脚基礎部のひび割れ抑制対策

本橋の P1, P2 橋脚基礎は、幅：5.5m、高さ：4.5m、奥行き：5.4mのマスコンクリートとなるため、温度応力によるひび割れが懸念された。そこで、3次元 FEM 解析による温度応力解析を実施した結果、表層部（かぶり部分）にひび割れが多数発生する可能性が高い（ひび割れ指数 1.0 以下）ことが確認された（図-3）。表層部のひび割れを抑制するには、

かぶり部分に設置可能な非鉄材料の補強材が効果的と考え、橋脚基礎のかぶり部に FRP 格子筋を配置した（写真-1）。

その結果、解析結果から想定された多数のひび割れは確認されなかった。実施したひび割れ抑制対策は、十分な効果があったと考えられる。

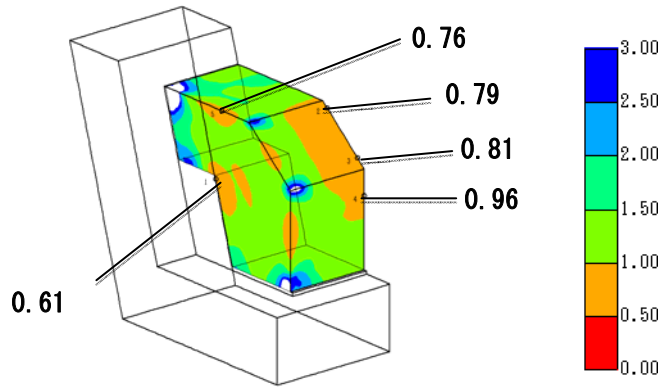


図-3 最小ひび割れ指数分布図 (1/2 モデル)



写真-1 FRP 格子筋の配置状況 (橋脚基礎部側面)

#### 3.2 壁式橋脚（方杖部）のコンクリート品質向上における実施状況

本橋の壁式橋脚は、断面寸法が1.2m×4.2mで、60°の傾斜を有している。壁式橋脚の上面型枠は傾斜の影響により、コンクリート打設の締固めによる余剰水や空気が型枠表面に滞留してあばたの発生が懸念された。コンクリートの耐久性を確保するためには硬化後のあばたの抑制が課題となる。そこで、壁式橋脚の上面型枠に対して透水型枠を使用することにより、標準の木製型枠では排出しきれない余剰水や空気の排除を促し、あばたの発生を抑制した。

コンクリートは打込み高さが大きい場合、材料分離による充填不良から品質低下のおそれがあり、コンクリート標準示方書<sup>1)</sup>には、「コンクリート1層の打込み高さは、400～500mm以下を原則する」と規定されている。しかし、60°の傾斜のため、上面型枠内側に対する上方からの視認は困難なうえ、鉄筋が視界を阻害し、直接目視による打込み高さ管理は不可能であった。そこで、コンクリートの打込み高さを管理するため、壁式橋脚の側面型枠に透明型枠（写真-2）を採用した。打設箇所の「見える化」により、直接目視によるコンクリートの打込み高さ管理（写真-3）を実施した。

打込み高さの確認は、透明型枠下端から450mm間隔でマーキングを行い、打設時に、側面型枠両側に専任管理者を各1名配置し、行った。透明型枠の使用、型枠内部の打設状況の「見える化」



写真-2 透明型枠使用  
(透明アクリル樹脂板)



写真-3 壁式橋脚打設状況  
(打込み高さ確認)

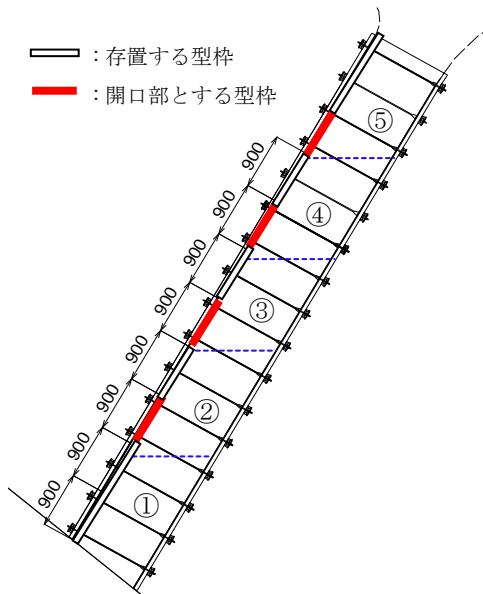


図-4 打設用開口部イメージ図

により各層の打込み高さを把握でき、打込み高さ管理の不全に起因する充填不良を排除することで、密実なコンクリートを築造した。

本橋の壁式橋脚は高さが9.0mあり、60°の傾斜の影響でポンプ車のフレキシブルチューブやバイブレーターを壁式橋脚天端から打設箇所付近まで挿入することが不可能であった。そのため、上面型枠の途中に打設孔として型枠開口部を設ける(図-4)が必要あり、部分的な型枠開口部はコンクリートの打上りに合わせて閉合し、その後、コンクリート打設を再開する。当初計画の打設用開口部を3箇所から4箇所に変更し、打設高さを低くすることでコンクリートの締固め状況の確認をより確実にできるようにした。

また、開口部直下の打設面では型枠閉合の追加作業に

より打ち重ね時間を要することとなり、締固めが不足し、コールドジョイントを誘発する可能性があるため、目視では確認できない打ち重ね部の締固め管理を振動デバイスを利用し、コンクリート充填検知システムで監視した(写真-4)。



写真-4 コンクリート充填・締固め管理状況

### 3.3 橋台部のひび割れ抑制対策

コンクリート脱枠後より始まるコンクリート表面の収縮を低減し、コンクリートの内外部の収縮差を軽減し、ひび割れを抑制する目的で、塗布型高性能収縮低減剤を脱枠面に塗布した(写真-5)。

また、分割打設を行う橋台部の打継目においては、先行して打設した部分(既設コンクリート)が既に硬化しているため、新たに打設したコンクリートは外部に拘束され、ひび割れが生じやすい。この外部拘束によって生じる引張力対策として、耐アルカリ性ガラス繊維補強材を設置(写真-6)した。拘束面付近に生じる引張応力をこの補強材に負担させることで、ひび割れの発生を抑えることができた。



写真-5 高性能収縮低減剤塗布状況



写真-6 ガラス繊維補強材の設置

### 3.4 壁式橋脚(方杖部)のひび割れ抑制対策

当初の施工順序は、上部工主桁および壁式橋脚が固定式支保工で支えられた状態で場所打ち施工し、主ケーブル10本の緊張作業完了後に、支保工ジャッキを解放する計画となっていた。しかし、支保工ジャッキ解放前の橋脚には、主版の死荷重によ

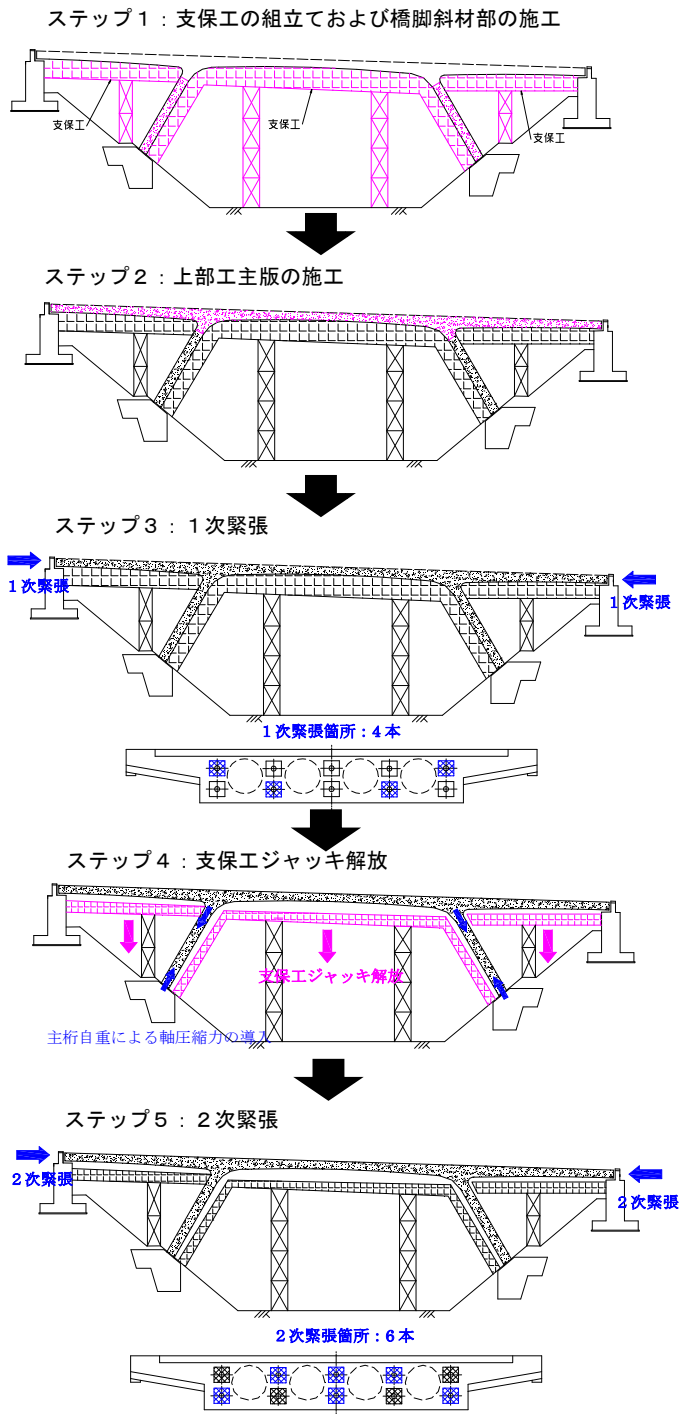


図-5 施工順序図

4. おわりに

本橋の橋脚基礎、橋脚のコンクリートのひび割れ抑制対策の実施状況について報告した。ひび割れ抑制対策を講じ、発注者である北陸地方整備局 富山河川国道事務所 能越国道出張所と協議等を行い施工したことにより、品質のよい密実なコンクリートを確実に施工し、無事竣工を迎えることができた(写真-7)。

【参考文献】

- 1) 土木学会：2012年制定コンクリート標準示方書(施工編)，2013.3

る軸圧縮力が作用していない。そのため、橋脚には主方向プレストレスにより大きな曲げモーメントのみが作用する。橋脚の設計では、施工時においても上部工主版の死荷重による軸力を考慮しているが、計画通りにプレストレスを導入した場合は、橋脚上端部および基部においてコンクリートに生じる引張応力度は引張強度を超過することがわかった。そこで、プレストレスにより橋脚に発生する引張応力を低減させ、ひび割れを生じさせないため、支保工ジャッキ解放前に1次緊張を実施することとした。

1次緊張に必要なPC鋼材本数の検討により、支保工ジャッキ解放前の緊張本数が3本以下では主桁の曲げ応力度が許容値を満足しなかったため、先行緊張するPC鋼材本数が4本以上必要であった。一方で、橋脚基部に発生するプレストレスにより生じる引張応力を引張強度以下とするためには、先行緊張するPC鋼材本数が5本以下である必要があった。

決定した施工順序図を図-5に示す。緊張方法は、主ケーブル4本を先行して緊張し、その後、支保工ジャッキを開放して橋脚斜材部に上部工死荷重による軸力を作用させてから残りの主ケーブル6本を緊張することとした。

検討結果に従って緊張作業を行ったことにより、橋脚および上部工主版ともに、ひび割れを発生させることなく緊張作業を完了することができた。



写真-7 完成写真