

# 高耐久性高流動コンクリートの5径間連続PC箱桁橋への適用 Application for Prestressed Concrete Box Girder Bridge Works by Durable Self-Compacting Concrete

谷川 潤\*

Jun Tanigawa

高橋 秀樹\*\*

Hideki Takahashi

城戸 克美\*

Katsumi Kido

新谷 壽教\*\*\*

Toshinori Shinya

## 要 約

伏木富山港道路橋梁（5径間連続箱桁橋）上部工事は、富山湾岸中央に位置することから、耐久性（100年対応）の確保が重要となる。そこで、高炉スラグ微粉末を混和した耐久性に優れる高流動コンクリートやエポキシ樹脂塗装鉄筋など耐久性向上の技術提案を行い、入手した工事である。

高流動コンクリートは、耐久性に優れ、かつ締固め不要により施工性が向上するなど優れた特性が多いが、本工事のように道路勾配がある橋梁上部工に適用するには、高い流動性ゆえに硬化が遅く、型枠から漏出したり、仕上げが困難となるなど施工上の課題が存在した。

本文では、課題クリアのため実施した試験施工と実施工について報告する。

## 目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要と施工上の課題
- § 3. 試験施工
- § 4. 実施工
- § 5. まとめ

## § 1. はじめに

本工事は、富山新港臨港道路東西線（橋梁延長2,470 m）東側アプローチ部（P37～A2）のPC5径間連続箱桁橋200 mを施工する上部工事である（図-1）。

臨港道路東西線は、物流、交通、観光等による地域の活性化を図ることを目的とし、富山新港新湊地区の東西両埋立地（海王町・海竜町）を結ぶ主要幹線となる。

工事は、通年にわたってコンクリート施工を行う計画であるが、港湾内の埋立地に立地し、沿海部における強風域と碎波による飛沫帯となっている。そのため、橋梁上部の自然条件および施工条件を勘案し、橋梁本体の長期耐久性（100年対応）を確保することが重要であり、次の技術提案を行った。

- ① 高炉スラグ微粉末を混和した自己充填型高流動コンクリートを打設し、水密性など耐久性を向上させる。



図-1 工事位置図

- ② 碎波による飛沫帯暴露面にエポキシ樹脂塗装鉄筋を配置し、塩化物イオンの浸透から防御する。
- ③ 冬季コンクリートの被膜養生と湿潤養生の実施
- ④ PCグラウト工において真空ポンプを併用し、グラウトの充填性を向上させる。

本文では、耐久性や施工性に優れる高流動コンクリートを勾配のある橋梁上部工に適用する場合、種々の懸案課題があり、これらの課題をクリアするために実施した試験施工と実施工について報告する。

## § 2. 工事概要と施工上の課題

### 2-1 工事概要

#### (1) 工事概要

工 事 名：伏木富山港（新湊地区）道路（東西線）  
橋梁（P37～A2）上部工事

発 注 者：国土交通省 伏木富山港湾事務所

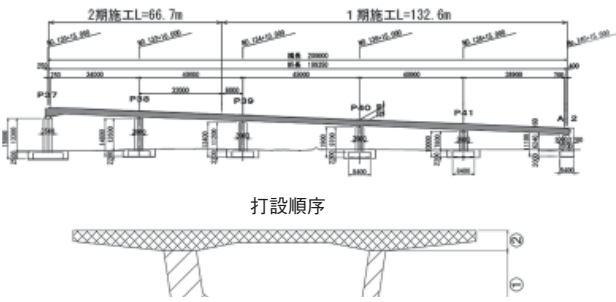
工事場所：富山県射水市海竜町地内

工 期：平成18年2月28日～平成19年3月26日

\* 東北（支）東部共同溝（出）

\*\* 技術研究所技術研究部

\*\*\* 技術研究所技術研究部土木技術研究課



| 部位      | 計画打設数量 (m³) |       |
|---------|-------------|-------|
| ①上床版    | 1期          | 419.0 |
|         | 2期          | 513.4 |
| ②側壁・下床版 | 1期          | 246.0 |
|         | 2期          | 252.6 |
| 計       | 1,431.0     |       |

図一2 高流動コンクリート適用断面と打設順序

施工延長：200 m

形 式：5径間連続PC箱桁橋

施 工 者：西松建設(株) (単独)

(2) 高流動コンクリートの適用部位

高流動コンクリートを適用する断面、および打設順序と計画打設数量を図一2に示す。

2-2 施工上の課題

道路勾配がある橋梁上部工に高流動コンクリートを適用する場合、硬化が遅いことから型枠からの流出やヘッド差による吹き上げ、さらに高い流動性ゆえに仕上げが困難になるなどの施工が懸念された。

施工上の課題を以下に示す。

(1) 床版の仕上げ

橋軸方向の縦断勾配は4%、支承部は8%と急勾配で、さらに上床版には、2%の横断勾配がある。高流動コンクリートは、自己充填性からセルフレベリングしてしまうことにより施工表面の仕上げが問題となる。

(2) 型枠からのコンクリートの吹き出し、漏出

箱桁はPC構造のため、側壁となるウェッジ部は橋軸方向（縦締め）のPC緊張が必要なことから、下床版と側壁は同時に打設しなければならない。そのため、下床版と側壁施工時のヘッド差（1.5m）によりコンクリートが吹き出したり、初期硬化が遅いことから、僅かな型枠の隙間から流出する懸念がある。

(3) 生コン工場の選定

一回の打設量は250～500 m³であるが、生コン工場の製造量は最大約250 m³（30 m³×8h）程度である。したがって、少なくとも生コン工場は2工場が必要となるが、打設数量が500 m³強と多くなる側壁・下床版部は余裕をみて3工場で打設することとした。

なお、現場近郊の生コン工場の規模は小さく、高流動コンクリート施工の実績のある生コン工場もなく、製造承諾を得るのに時間を要するなど工場選定には苦労した。

§ 3. 試験施工

試験施工を実施するにあたり、高流動コンクリートを技術提案したことから、先ず配合仕様を設定した。次に、製造可能なプラントを3工場を決定し、配合試験を行って示方配合を選定した。

次いで、施工上の課題をクリアするために実物大モデルの試験体を作成し、試験施工を行った。

3-1 高流動コンクリートの配合仕様

(1) 使用材料と配合

橋梁本体工には長期強度の増大、温度上昇速度の抑制の他に、塩化物の浸透抑制、アルカリ骨材反応の抑制など長期耐久性向上（100年対応）が期待できる高炉スラグ微粉末を混和する粉体系の高流動コンクリートとした。高炉スラグ微粉末は、初期強度や耐久性が確保でき、PC構造など高強度用に適し、港湾工事（神戸港島トンネル沈埋函製作工事）で実績のある6,000 cm²/gを選定した。提案した配合（案）を表一1に示す。

表一1 提案配合（案）

| 設計基準<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Gmax<br>(mm) | W/B<br>(%) | s/a<br>(%) | 單位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |        |     | 高性能<br>AE 減水劑<br>(C × %) |
|------------------------------------|--------------|------------|------------|--------------------------|--------|-----|--------------------------|
|                                    |              |            |            | 水                        | B (粉体) |     |                          |
|                                    |              |            |            | W                        | C      | Sg  |                          |
| 50                                 | 25           | 33         | 51.4       | 163                      | 247    | 247 | 1.25                     |

※ W/B：水粉体比 s/a：細骨材率

(2) 配合仕様の設定

高流動コンクリートは、流動性と材料分離抵抗性をバランスさせて、自己充填性を実現するものである。

通常、流動性はスランプフロー試験、材料分離抵抗性の評価は漏斗流下時間や50 cmフロー試験で評価される。

本工事の箱桁ウェッジ、下床版および上床版では、オープンスペースでの打設となることから、高い流動性・充填性は必要なく、試験目標値を以下のように設定した。

① スランプフローの目標値

スランプフローは、55 cm以下では自己充填性が小さく、70 cm近くなると材料分離抵抗性が小さい。

スランプフロー60～65 cmの範囲が自己充填性に優れることから、62.5(±5)cmを目標値とした。

② 50 cmフロー到達時間の目標値

流動性のみ優先すると材料の分離が懸念されることから、材料分離抵抗性（粘性）については50 cmフロー到達時間で管理することとし、5～7秒を目標とした。

③ 充填性試験

充填性の確認には、U形充填装置を用いた間隙通過性試験を用い、充填高さ30 cm以上を管理基準値とした。高流動コンクリートの要求品質項目を表一2に示す。

(3) 示方配合の選定

提案配合（案）を基に、室内配合試験を実施し、選定した各生コン工場の示方配合を表一3に示す。

表一2 要求品質項目

| 項 目                         | 管理値 (目標値)             |
|-----------------------------|-----------------------|
| 設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 40 (材齢7日)             |
| スランプフロー (cm)                | 62.5 ± 7.5 (62.5 ± 5) |
| 50 cm フロー到達時間 (秒)           | 3 ~ 15 (5 ~ 7)        |
| U 形充填高さ (mm)                | 300 以上                |
| 空気量 (%)                     | 4.5 ± 1.5             |

表一3 示方配合

| Gmax<br>(mm) | W/B<br>(%) | s/a<br>(%) | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |           |                 |          |          |                  | 生コン<br>工場 |
|--------------|------------|------------|----------------------------|-----------|-----------------|----------|----------|------------------|-----------|
|              |            |            | 水<br>W                     | セメント<br>C | 高炉<br>スラグ<br>Sg | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G | 高性能<br>AE<br>減水剤 |           |
| 25           | 33.0       | 51.4       | 163                        | 247       | 247             | 837      | 801      | 5.93             | To 工場     |
| 25           | 32.0       | 51.0       | 158                        | 247       | 247             | 831      | 809      | 5.43             | F 工場      |
| 25           | 33.0       | 52.0       | 157                        | 238       | 238             | 862      | 804      | 5.71             | Ta 工場     |

※高性能 AE 減水剤は、3 工場とも同一メーカー（ポリカルボン酸系）

### 3-2 試験施工

#### (1) 概要

試験施工は、型枠からのコンクリートの吹き上げなどの施工上の課題を解決し、実施に反映することを目的とし、側壁部・下床版部を模擬した実大模型を用いて行った。

箱桁部の下床版と側壁部は、同時に打設する計画であり、打設時の対策、確認事項を以下に示す。

#### ① コンクリート吹き上がり対策

高流動コンクリートは硬化が遅く、型枠に液圧が作用するため、型枠からの吹き上げが懸念される。

実施で型枠から吹き上がった場合、コンクリート打設を中断せざるを得ず、しかも後処理に多大の労力を要することから、以下の吹き上げ対策を検討した。

- ・下床版にラス網設置（コンクリート流動圧を低減）
- ・押え型枠の設置（側壁からの吹き上げ圧を低減）

その他に、打込み高さ、打込み間隔を変え、その効果を確認することとした。

#### ② 仕上げ方法とコンクリート硬化時間の把握

#### ③ コールドジョイント防止のため高流動コンクリートの打ち重ね時間と経時のコンクリート性状変化の把握

その他にコンクリートの充填性や、3 工場の生コンを混合した場合の色の違いなどの出来映えを確認する。

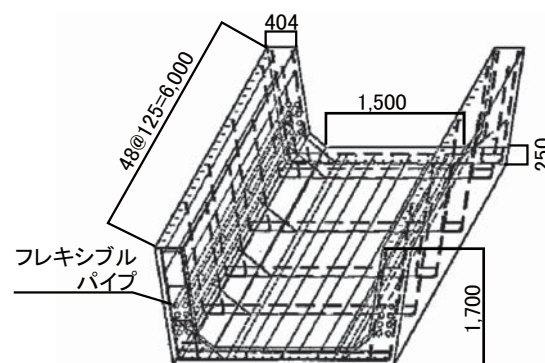
#### (2) 試験体

実大模型は、箱桁の側壁・下床版部を模擬したもので、模型の寸法は、幅約 2.5 m × 奥行き 6 m である。

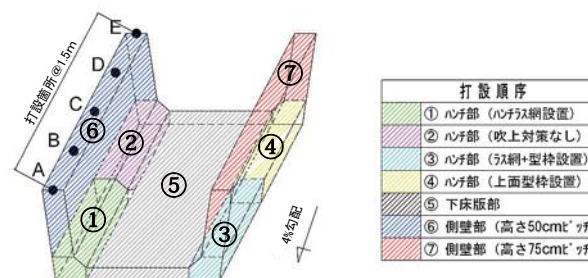
試験施工では、生コン 3 工場の高流動コンクリートを混合して打設した。実大模型を図一3 に示す。

側壁部には、実構造物で設置されるシース管を模擬したフレキシブルパイプを片側 8 本ずつ設置した。

下床版部については、実構造物においては床版厚が 25~45 cm まで変化するが、一番薄い 25 cm とした。なお、配筋は、実構造物同様の配筋径、配筋ピッチとした。



図一3 実大模型



図一4 打設区分

表一4 対策工の一覧

| 区画 No | 区画名称 | 対 策                                          |
|-------|------|----------------------------------------------|
| ①     | ハンチ部 | ・ハンチ筋内側にラス網を設置                               |
| ②     |      | ・吹き上げ防止の対策はなし                                |
| ③     |      | ・ハンチ筋内側にラス網を設置<br>・ハンチ型枠下端に下床版天端型枠を 45 cm 設置 |
| ④     |      | ・ハンチ型枠下端に下床版天端型枠を 45 cm 設置                   |
| ⑤     | 下床版部 | ・特に対策はなし                                     |
| ⑥     | 側壁部  | ・打設間隔を 3 m (C → E の順)<br>・打込み高さを 50 cm/層     |
| ⑦     |      | ・打設間隔を 3 m (C → E の順)<br>・打込み高さを 75 cm/層     |

また、試験体にはコンクリートのヘッド差による吹き上がり状況の確認のため、全体を 4 ブロックに分割し、コンクリートの充填性状の確認を行った。

打設区分を図一4、対策工の一覧を表一4 に示す。

#### (3) 試験結果

##### 1) 高流動コンクリートの品質管理試験結果

高流動コンクリートの品質管理試験結果を表一5 に、試験時のフレッシュ性状を写真一1 に示す。

試験結果は、各工場ではばらついたが要求品質を満足した。

また、コールドジョイント防止のため下床版と側壁の打継ぎ（打ち重ね）時間を把握するため、打継ぎ時間を変えた試験体を作製し、曲げ強度試験を実施した。その試験結果を表一6 に示す。90 分で打ち重ねた試験体は、打ち重ねなしの試験体と同等の強度を発現した。

##### 2) 試験施工の打設状況と対策の効果

試験施工の結果を以下に示す。

##### ① 高流動コンクリートを側壁天端まで打設したが、



| 試験項目                     | To 工場<br>(SP 使用量：1.2%) |           | F 工場<br>(SP 使用量：1.15%) |           | Ta 工場<br>(SP 使用量：1.3%) |           |
|--------------------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
|                          | 出荷時                    | 現着時       | 出荷時                    | 現着時       | 出荷時                    | 現着時       |
| スランプフロー（cm）              | —                      | 56.0×53.5 | 64.5×65.5              | 67.0×67.0 | —                      | 65.0×65.0 |
| 平均スランプフロー（cm）            | 59.0                   | 55.0      | 65.0                   | 67.0      | 64.0                   | 65.0      |
| 50 cm フロー到達時間（秒）         | —                      | 3.4       | —                      | 2.9       | —                      | 4.0       |
| U 形充填高さ（cm）              | —                      | 30 以上     | —                      | 30 以上     | —                      | 30 以上     |
| 空気量（%）                   | 4.5                    | 5.5       | 4.0                    | 3.5       | 4.0                    | 3.8, 3.0  |
| 単位水量（kg/m <sup>3</sup> ） | —                      | （設計値）－5   | —                      | （設計値）－14  | —                      | （設計値）－14  |
| コンクリート温度（℃）              | —                      | —         | 29.5                   | 30.0      | —                      | 31.5      |
| 圧縮強度（N/mm <sup>2</sup> ） | 42.3（4 日）<br>53.4（7 日） |           | 48.0（4 日）<br>58.2（7 日） |           | 55.0（4 日）<br>56.2（7 日） |           |



写真－1 To 工場（フロー 55.0 cm 左）、Ta 工場（フロー 65.0 cm 右）

表－6 打継ぎ試験体による曲げ強度試験結果

| 試験体          | 曲げ強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 強度比  |      |
|--------------|------------------------------|------|------|
| 打ち継ぎ（なし）     | ↓ 打ち込み方向<br>                 | 6.66 | 1    |
| 打ち継ぎ（90 分後）  | ↓ 打ち込み方向<br>                 | 6.41 | 0.96 |
| 打ち継ぎ（120 分後） | ← 打ち継ぎ<br>                   | 3.01 | 0.45 |

型枠の僅かな隙間からでも容易に漏出し、ヘッド差のバランスが崩れると一気に流出した。最終の充填状況を図－5 に、流出状況を写真－2 に示す。

② 高流動コンクリートの自然勾配は 4% 程度で落ち着くため、床版の仕上げが可能で、この状況を写真－4 に示す。また、仕上げ方法としては、表面に界面活性剤を散布して仕上げる事が可能なことを確認した。

③ 3 工場混合しても、写真－3 に示すように施工表面の色の違いは見られなかった。

④ 打ち重ね時間としては、90 分程度までコールドジョイントは発生しないことを確認できた(写真－4)。

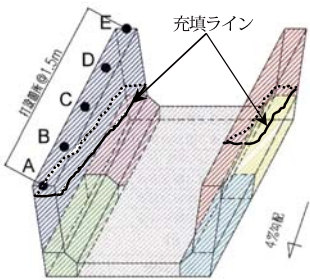
また、吹き上がり対策として、ハンチ部にラス網を設置することで、流動圧を制御できることを確認できた。試験施工における各対策の効果を表－7 に示す。

(4) 実施工へ向けての対策

試験施工では、部分的に満足な結果は得られたが、一部に問題が生じるなど、さらに解決すべき課題が生じた。これらの課題を、施工の各段階に分けて以下に示す。

① 高流動コンクリートの製造管理

試験施工での現場着のスランプフロー値は、管理範囲



図－5 コンクリートの流出による充填状況



写真－2 コンクリートの流出状況



写真－3 仕上がり状況



写真－4 打重ね状況

表一七 試験施工における対策の効果

| No | 具体的対策                           | 打設状況                                                                                                                                                                                                                   | 対策効果                                         |
|----|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1  | ハンチ部<br>ラス網<br>のみ設置             | ①ハンチ部打設時：ラス網を通り抜け、下床版の下流側大部分を充填した。<br>②下床版部打設時：ハンチ打設によりほぼ打ち上がった。<br>③側壁部打設時：側壁上部まで打ち上がり、ラス網の効果がほぼ確認できた。なお、打設開始後にハンチ下部からコンクリートが漏出したため、ハンチ下部に止枠を設置した。                                                                    | ・ハンチ部ラス網効果あり<br>・ハンチ下部止枠の効果あり                |
| 2  | 対策なし                            | ①下床版部打設時：4%勾配は問題なく、充填できた。<br>②ハンチ部打設時：ハンチ下部からの流出が多く、上部までの充填は困難。そのため、ハンチ下部に止枠を設置し、その後は、上部まで充填できた。<br>③側壁部打設時：ハンチ下部に止枠を設置した間は打設可能で、上部部から約1m下がりまで充填できた。しかし、止枠除去直後は、側壁と下床版の圧力差により、充填したコンクリートが下床版に押し流され、天端まで打ち上げることはできなかった。 | ・打設不可能                                       |
| 3  | ハンチ部<br>ラス網＋<br>押え型枠<br>(30cm幅) | ①ハンチ部打設時：ラス網を通り抜け、下床版の下流側大部分を充填した。<br>押え型枠(幅30cm)の効果なし。<br>②下床版部打設時：ハンチ打設時点で、充填されていた。<br>③側壁部打設時：ハンチ下部に止枠を設置して施工した結果、側壁上部まで打ち上げ、対策の効果をほぼ確認できた。                                                                         | ・ハンチ部ラス網の効果あり<br>・押え型枠の効果不明<br>・ハンチ下部止枠の効果あり |
| 4  | 押え型枠<br>(30cm幅)                 | ①下床版部打設時：対策なしと同様。<br>②ハンチ部打設時：ハンチ下部からの流出が多く、上部までの充填は困難。そのため、ハンチ下部に止枠を設置し、その後は上部まで充填できた。押え型枠の効果は不明。<br>③側壁部打設時：2の結果から打設不可と判断し、側壁打設は行わなかった。                                                                              | ・押え型枠の効果不明<br>・打設不可能                         |

(62.5±7.5 cm)の上下限と、各工場で品質がばらついた。各工場の高性能AE減水剤使用量は若干異なり、0.1%の違いが品質に与える影響が大きいことを再認識した。

また、高流動コンクリートは、温度の変動に鋭敏な高性能AE減水剤を比較的多量に使用することから、実施工では、外気温に応じた使用量の調整と、細骨材の表面水率を適切に設定することとした。

## ② 高流動コンクリートの品質管理

### ・流動性の管理

床版の縦断勾配は4%であり、仕上げ時に流動しないようスランブフローは60cm程度と小さめを目標とした。

### ・粘性（材料分離抵抗性）の管理

粘性が少なく流動性が高いコンクリートは分離し易い傾向となるので、50cmフロー時間は目標値通りとした。

### ・品質管理試験の頻度

試験頻度は、試験施工から表一八のように設定した。

## ③ 実施工対策

試験施工では当初、ハンチ部→下床版→側壁部の順序

表一八 品質管理試験の頻度

| 試験項目    | 試験頻度                          |
|---------|-------------------------------|
| スランブフロー | 最初の連続3台、以後50m <sup>3</sup> 毎  |
| 50cmフロー | 最初の連続3台、以後50m <sup>3</sup> 毎  |
| U形充填    | 最初の連続3台、以後50m <sup>3</sup> 毎  |
| 単位水量    | 最初の連続3台、以後150m <sup>3</sup> 毎 |
| 空気量     | 最初の連続3台、以後150m <sup>3</sup> 毎 |

で打設したが、以下のような問題が発生し、打設順序の変更を視野に入れ、再度施工方法を見直す必要が生じた。

- ・ハンチ部打設時に大量のコンクリートがラス網を通過して下床版へ流れ出た。
- ・ラス網を設置していない箇所は、ハンチ打設後に側壁部を打設した場合、一旦充填されても後から打設したコンクリート自重により、下床版へ流れ出した。上記側壁部からコンクリートが吹き上げる課題に対し、実施工では、以下の対策を施すこととした。

### ・打設順序

試験施工から、コンクリートが硬化すればその重量で吹き上がりを緩和できることを確認できたので打設順序は、下床版→ハンチ部→側壁部とする。

### ・打設前対策

打設前の吹き上がり防止対策は、以下とする。

- ・押え型枠端部にハンチ部ラス金網を設置する。
- ・下床版端部に押え型枠を設置（型枠幅はハンチ端より60cm、セパレーター間隔60cm）する。
- ・打設時対策

打設時には吹き上がり対策として、押え型枠の端部に下床版上筋までの高さで止枠を設置する。この方法は、コンクリートの吹き上がりを強制的に止めるという点で効果をもたらした。また次層への打ち重ねは90分から120分が妥当と判断した。

## §4. 実施工

### 4-1 品質管理

実績のない工場での製造のため、当初製造管理が懸念されたが、事前の教育研修や試験施工などから、良好な品質管理試験結果が得られた。試験結果を表一九に示す。

また、耐久性の確認に供試体を採取し、凍結融解抵抗性試験を実施した。その結果を表一〇に示す。

試験結果より、相対動弾性係数は98.4%と基準以上であり、質量減少率は0.0%と優れた耐久性を有していた。

表一九 高流動コンクリートの品質管理試験結果

| 試験           | Ta工場 | F工場  | To工場 |
|--------------|------|------|------|
| スランブフロー (cm) | 61.2 | 60.8 | 62.9 |
| 50cmフロー (秒)  | 5.0  | 5.2  | 4.2  |
| U形充填高さ (cm)  | 341  | 344  | 347  |
| 空気量 (%)      | 4.2  | 4.2  | 4.6  |
| 圧縮強度 (材齢7日)  | 55.1 | 57.0 | 53.6 |



表—10 凍結融解抵抗性試験結果

| 試験   | 測定項目    | 材齢       | 試験値  | 基準    |
|------|---------|----------|------|-------|
| 凍結融解 | 相対動弾性係数 | 300 サイクル | 98.4 | 60%以上 |
|      | 質量減少率   | 300 サイクル | 0.0  | —     |

## 4—2 施工

### (1) 施工

実施工では、さらに試験施工と異なる条件もあったので、これらに対処した施工方法を以下に示す。

- ① 1回の施工延長が130m以上と施工が大規模になることから、3Bに区分、下流側より順次片押施工とした。
- ② 床版橋軸直角方向に(横締め)PC緊張用突起型枠を設置した。この状況を写真—5に示す。この対策としては、打設高さを調整し、経過時間と下部のコンクリートの自重とのバランスを保ちながら打設した。
- ③ 橋脚支承部は横桁が配置され、横桁側壁部からのヘッド差が生じること、横桁下流側は8%と急勾配となることから、下流側5m区間は、下床版表面を閉塞型枠とし、打設開口(φ150)を設けて打設した。この状況を写真—6に示す。

以上のように種々の対策を講じることにより、秋口から冬季にかけて高流動コンクリートを約1,500m<sup>3</sup>施工し、PC箱桁橋を何とか施工することができた。

5径間連続箱桁橋の完成状況を写真—7に示す。

### (2) ひび割れの発生と対処

上床版施工後、橋軸直角方向に0.75～3m間隔で幅0.05～0.1mm程度のひび割れが横締めシース管に沿って、ほぼ規則的に発生した。長さは1～8mと短いものか



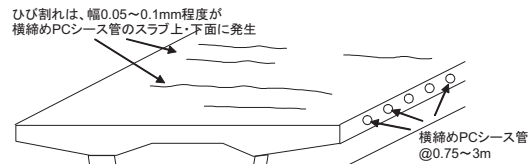
写真—5 床版緊張用突起型枠



写真—6 下床版支承部の閉塞型枠



写真—7 5径間連続箱桁橋の完成状況



図—6 ひび割れ発生状況

ら長いものまで様々であった。発生状況を図—6に示す。

ひび割れは、PC横締めシース管の断面欠損(約11%)が誘因となり、セメントの水和熱と高流動コンクリートの自己収縮に起因する橋桁ウェッジ部に外部拘束されたひび割れと推察された。

また、所定のプレストレスの導入ができていないことから、設計荷重が作用しても桁全断面圧縮となり、道路活荷重作用時においてもひび割れが開く可能性は少なく、構造的に問題となるひび割れではないと判断できた。しかも、PC緊張後はひび割れが収束している。

以上から、補修は必要ないひび割れと判断できたが、本工事終了後舗装されずに2年間残置状態となるため、雨水の浸透によるエフロレッセンスの漏出などが懸念され、ケイ酸系の浸透性防水剤塗布による補修を実施した。

なお、2期施工(67m)では、施工区画が1/2になったことに加え、冬季施工(1/16)の影響もあって、ひび割れの発生は1期施工の20%程度であった。

## §5. まとめ

高流動コンクリートを勾配のある橋梁上部に適用し、当初懸念されていた施工上の課題に対しては、事前対策により何とかクリアし、合格点を戴ける施工ができた。

また、構造物の品質についても、締固めなしで密実なコンクリートを施工でき良好な成果を上げることができたが、ひび割れ発生など出来映えについては難があった。以下に、今後に向けての知見を示す。

- ・コンクリートの吹き上がりに対しては、打ち重ね時間と重量バランスをとることにより、何とか克服できた。
- ・勾配がある構造物に高流動コンクリートを適用する場合、粘性が高いことと自己充填性により床版の天端仕上げが困難となるので、仕上げ法の検討が必要である。
- ・高炉スラグを混和したコンクリートは耐久性に優れるが、自己収縮が大きくなるので、拘束ひび割れが発生しやすい構造物への適用は、事前の検討が必要である。

以上のように、本工事のように勾配があり、仕上げが必要な構造物への高流動コンクリートの適用は非常に難しいことを改めて実感した次第である。

最後に、本工事の施工にご支援戴いた協力業者をはじめとする関係各位に深く感謝するものである。