

# 北関東自動車道 小貝川橋の架設

## CONSTRUCTION OF KOKAIGAWA BRIDGE

本條 順一<sup>1)</sup>  
Junichi Honjo

### 1. まえがき

小貝川橋は、北関東自動車道の真岡 IC～桜川筑西 IC の栃木県芳賀郡二宮町高田～水戸部に位置する一級河川小貝川を横断する橋梁である（図-1）。

本橋は、桁連続化による走行性、経済性、耐震性向上、また維持管理費の低減の理由から、不等径間橋梁に適した鋼桁と PRC 桁による 3 径間連続混合橋を採用したものである。図-2 に側面図、図-3 に PRC 桁断面図、図-4 に鋼桁断面図をそれぞれ示す。鋼桁架設工法については、河川区域内の架設可能期間が非出水期（2007 年 11 月～2008 年 5 月）に限定されたため、工期短縮を図る目的で、トラベラークレーン 4 基（上下線各 2 基）による上下線同時架設にて行った。

本稿では、上記の鋼桁架設時の検討、PRC 箱桁のコンクリート施工、鋼殻セル部の高流動コンクリートの施工、合成床版底鋼板の敷設と出来形管理について報告する。



図-1 位置図

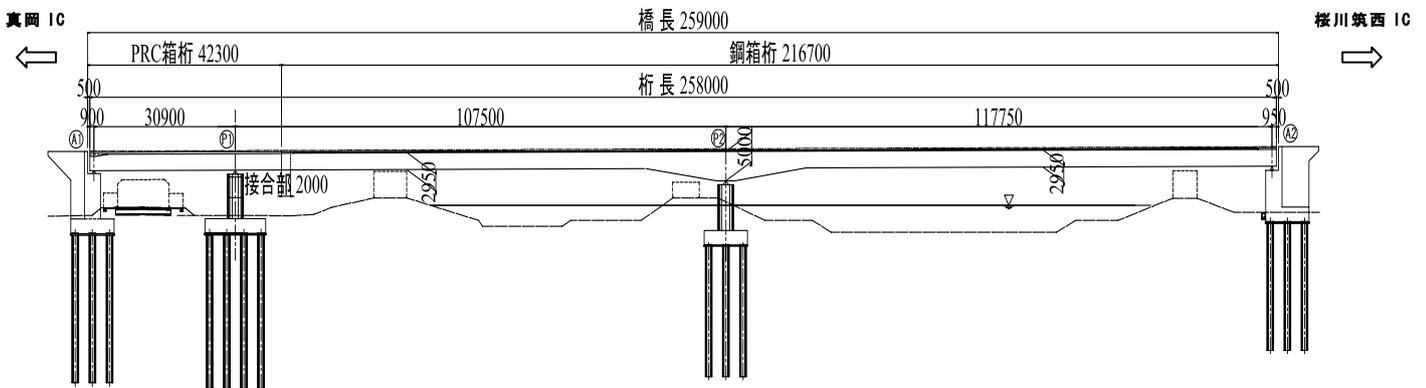


図-2 側面図

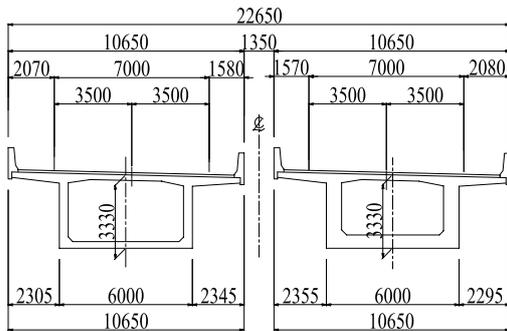


図-3 PRC 桁断面図

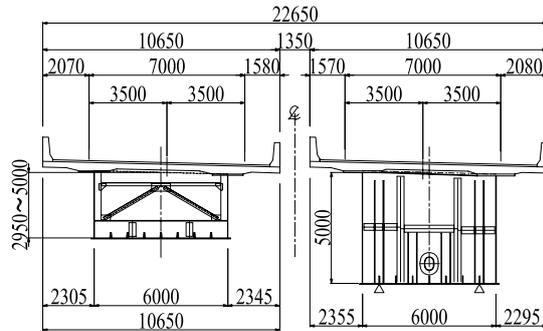


図-4 鋼桁断面図

1) 工事グループ 橋梁工事部 工事 1 課

## 2. 工事概要

工 事 名：北関東自動車道 小貝川橋 (鋼上部工) 工事

工事箇所：(自) 栃木県芳賀郡二宮町大字高田

：(至) 栃木県芳賀郡二宮町大字水戸部

工 期：(自) 平成 18 年 8 月 22 日

(至) 平成 20 年 12 月 8 日

施 主：東日本高速道路(株) 関東支社

橋 長：259m×2 線 (上下線)

形 式：3 径間連続 PRC 混合箱桁橋

支 間 長：30.9 (PRC 桁)+107.5 (鋼桁)+117.75 (鋼桁)m

有効幅員：10.0m×2 線 (上下線)

斜 角：65° ~ 80°

横断勾配：2.5%

縦断勾配：0.3%

平面曲線：R=4,000m~R=24,000m

接 合 部：マルチセル後面支圧板方式

床 版：鋼桁部；形鋼リブ型合成床版 (t=260 mm)

$$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$$

：PRC 桁部；PC 床版 (t=255 mm)  $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$

施工方法：鋼桁部；トラベラークレーンベント工法

PRC 桁部；固定式支保工架設工法

外ケーブル：フレシナー工法

内ケーブル：シングルストランド工法

## 3. 鋼橋の架設

### 3.1 トラベラークレーンの架設

本工事では、1 出水期 (11 月 1 日~5 月 31 日) に鋼桁架設を完了させる必要があったことから、工程短縮の手段として、架設クレーン (トラベラークレーン) を上下線および両岸から 4 台配置し 4 パーティ施工で行うこととしていたが (写真-1)、施工に際し以下のような問題があった。

#### ① トラベラークレーン

上下線のトラベラークレーンが並んで架設する場合、旋回の際に接触することが想定された。

#### ② 荷揚げクレーンおよび運搬台車

荷揚げクレーン (クローラークレーン) については、スペースの都合で据付場所が制限される。また、工程短縮を図る必要があることから、適正な台数について検討する必要があった。

まず、トラベラークレーンについては、上下線の架設を 1 サイクルずらして行うことにより接触を回避することとした (図-5)。

次に、荷揚げクレーンおよび運搬台車 (写真-2) について、適正な台数を図-6 の組み合わせを想定し、サイクルタイムの比較検討を行った (図-7)。

検討の結果、荷揚げクレーンは、架設ヤードが制限されること、また、運搬台車については、先行で架設

するトラベラークレーン側に運搬台車を配置し、先行で架設するトラベラークレーンは後方から、後行で架設するトラベラークレーンは、側方からの荷取りが可能であったため、それぞれ上り線の P1 側および A2 側に各 1 台配置することとした。これにより、組立および解体の工程も短縮することが可能となった。また、上下線に各 2 台配置しても 1 時間程度の工程短縮しか期待できないことがわかった。



写真-1 桁架設状況

トラベラークレーン (650型) 上下線近接作業検討図

P1側

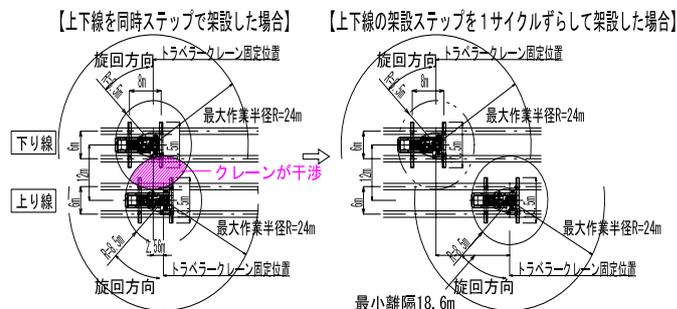


図-5 トラベラークレーン上下線近接作業検討図



写真-2 運搬台車

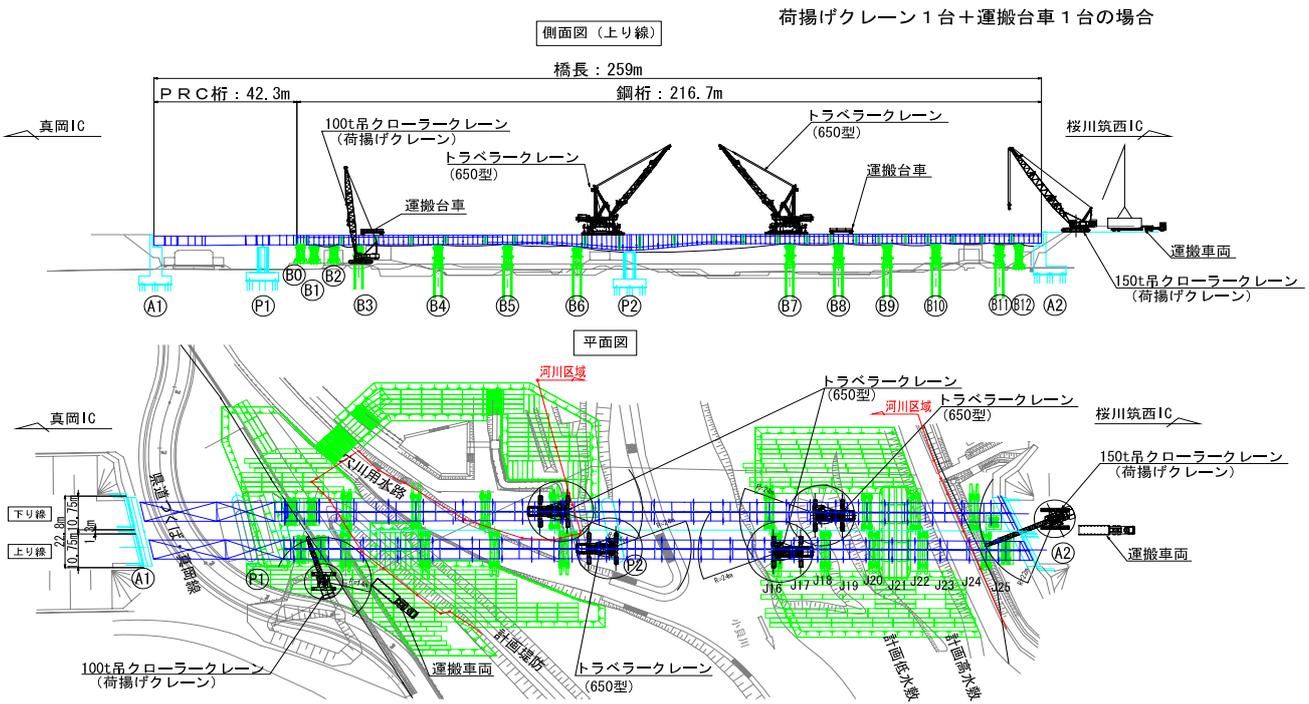


図-6 架設要領図

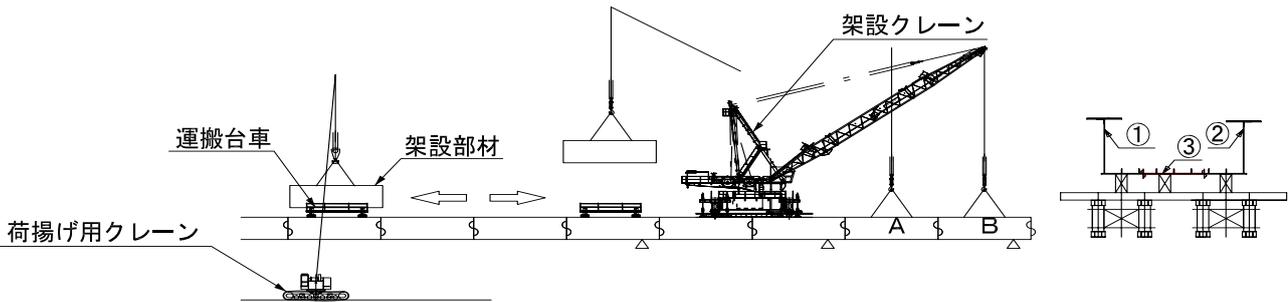
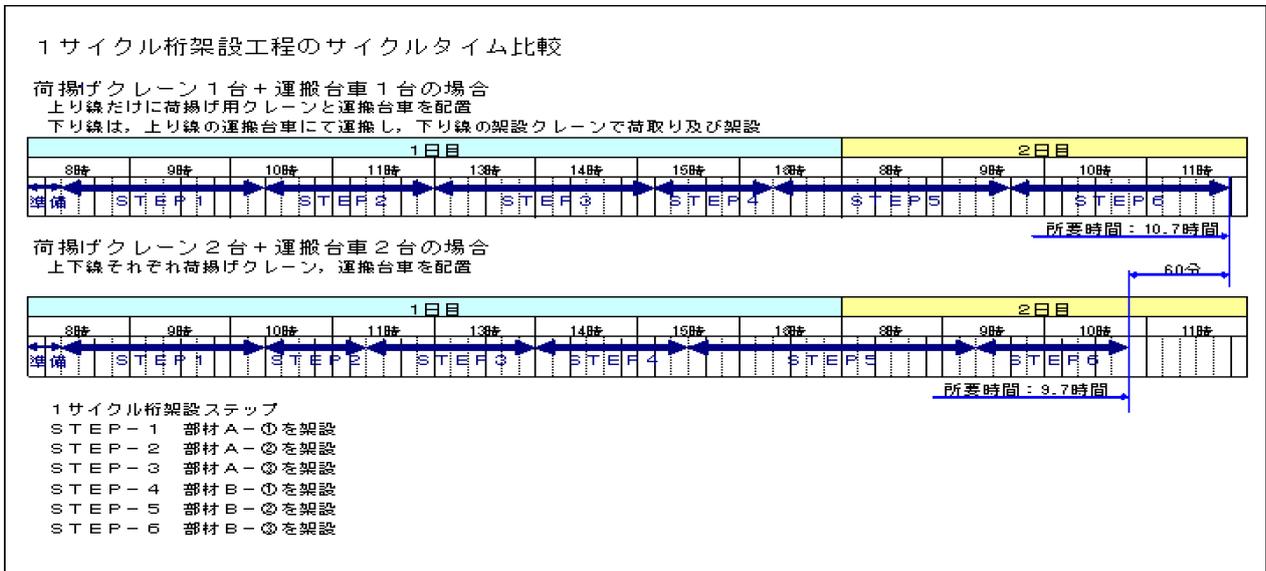


図-7 1 サイクル桁架設工程のサイクルタイム比較図

### 3.2 現場溶接管理

本橋は、高力ボルト首下長さ 160mm を超える場合、およびボルト列数が 12 列を超える場合のフランジの継手方法を現場溶接継手として設計している。

その結果、現場溶接箇所は 16 となり（全継手数=24）、現場溶接の熱影響による収縮がキャンパーに与える影響が大きいため、収縮量を考慮した上げ越し量は 270mm 程度とした。また、その際の収縮量は、これまでの実績から板厚に関係なく 1 箇所あたり 2mm とした。

また、実際の現場溶接による収縮量の計測を行ったが、板厚に関係なく概ね 2mm 前後の値であった（図-8）。

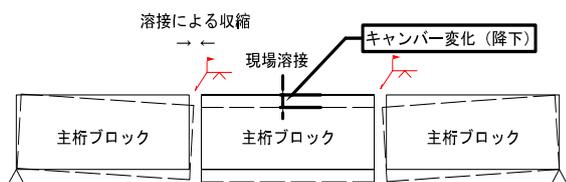


図-8 溶接收縮による桁の変形

### 3.3 鋼殻セルと閉合架設

本工事において、鋼殻セルは、鋼桁と PRC 桁とを繋ぐ重要な部位なので、鋼殻セルの架設前に十分な測量を行った。また、閉合ブロックは、P1 側および A2 側からのトラベラークレーン架設が相対する箇所（J14～J15）と PRC 桁（鋼殻セルも含む）と鋼桁とを連結する箇所（J2～J3）の 2 箇所であり、それぞれ閉合前のスパン測量により、部材および連結板を加工することにより対応を行った（写真-3）。



写真-3 閉合ブロック架設状況（J2～J3）

## 4. PRC 桁の施工

### 4.1 工程短縮を考慮した段階施工

本工事では、県道を常時通行可能にさせるため、県道を迂回させて PRC 桁を段階施工する必要があった。PRC 桁 2 次施工の支保工を設置するまで迂回路を設け

ることとしていたが、復旧する県道上には鋼桁架設用ベントのコンクリート基礎を施工していたため、県道の復旧がクリティカル工程となってしまうことから、迂回路を供用しながら PRC 桁 2 次施工を行えるように、門型支保工を設置することにした（図-9、写真-4）。これにより、県道復旧がクリティカル工程で無くなり、約 1 ヶ月の工程短縮を図ることができた。

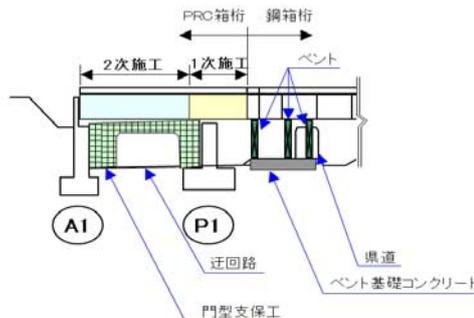


図-9 PRC 桁施工区分



写真-4 門型支保工

### 4.2 コンクリート打設計画

打設計画については、下記の要領で行った。

- ① 打設量：30m<sup>3</sup>/h～40m<sup>3</sup>/h
- ② 打設時間は 4～5 時間
- ③ ポンプ車にて打設
- ④ 打設回数は、2 回（第 1 リフト：下床版・ウェブ・中間横桁、第 2 リフト：上床版・接合部横桁）に分けて施工した（図-10）。

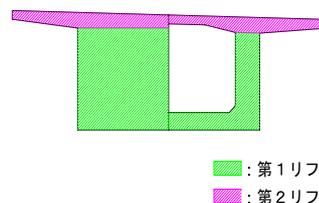


図-10 PRC 桁のコンクリート打設順序

4.3 PC 鋼線の緊張

本工事では、内ケーブルとして主方向内ケーブルと横桁横締めケーブル緊張は、1S28.6mmのPC鋼より線、床版横締めケーブル緊張は、1S21.8mmのPC鋼より線を用いた。また、外ケーブルとして19S15.2PC鋼より線を用いた。緊張管理は、「荷重計示度と伸びによる管理手法」で行った。

4.4 鋼殻セル部の高流動コンクリート施工

鋼殻セル部は、PRC 桁と鋼桁の力がスムーズに伝達させるため、コンクリートを隙間なく充填させる必要があった。セル内は、鋼板によって区切られた700mm×700mmの空間に補強鉄筋や孔明き鋼板ジベルが配置された狭隘部になるため、自己充填性に優れた高流動コンクリートを使用した。

打設は、下床版・ウェブ・鋼殻セル上・上床版の順序で行った(図-11)。また、施工性実験の結果<sup>2)</sup>より下記について留意して打設を行った。

- ① 水平移動距離を3m以下となるようにした。
- ② 投入高さは、材料分離を起こさないようにするため1m以下とした。
- ③ 構造物の線形条件より、勾配の低い方から高い方へ打設を行った。

5. 鋼コンクリート合成床版の施工

5.1 FEM 解析

本橋は、支間長が100mを超える長支間橋であること、混合橋であること、また合成床版を有する開断面箱桁であることを踏まえ、鋼桁の挙動について詳細に把握することが重要であった。

そこで、鋼桁とPRC桁が鋼殻セルにより結合された段階でのキャンバーを計測し、実挙動の傾向と今後の対策について検討することとした。詳細設計時は骨組解析にてキャンバーを算出したが、より実構造物の挙動を再現するために全橋をFEMモデル化して解析を実施した(図-12)。

5.2 底鋼板の敷設

FEM解析の結果、P1~P2径間は計画高に比べて高くなり、P2~A2径間は低くなる傾向であることが判明した(図-13)。これは、鋼桁の板厚変化やウェブ高変化などによる鋼重のばらつきをFEMモデルにて忠実に再現したことにより、鋼重を一定とした骨組解析結果と比べて差異が生じたためである。そこで、底鋼板の敷設時にFEM解析結果を考慮してスポンジシール厚の変更および高さ調整金具の調整により、ハンチ高を調整し、両者の差を-20mm~+30mm改善することができた。

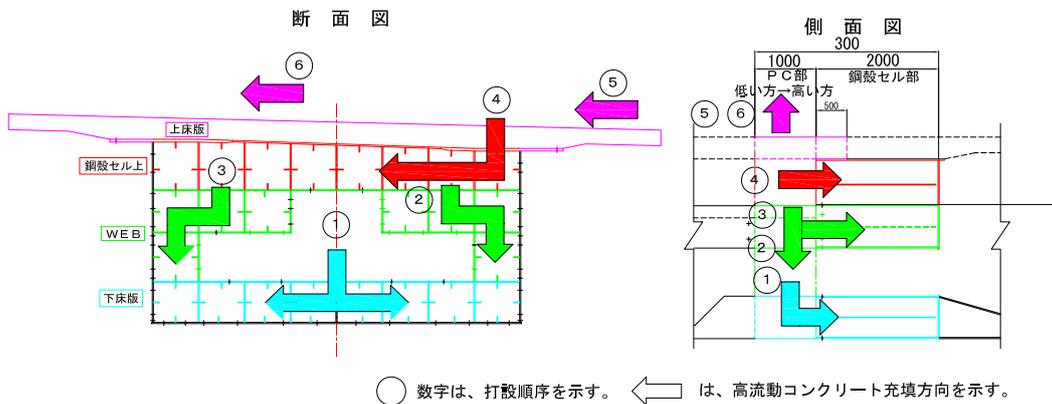


図-11 高流動コンクリート打設順序

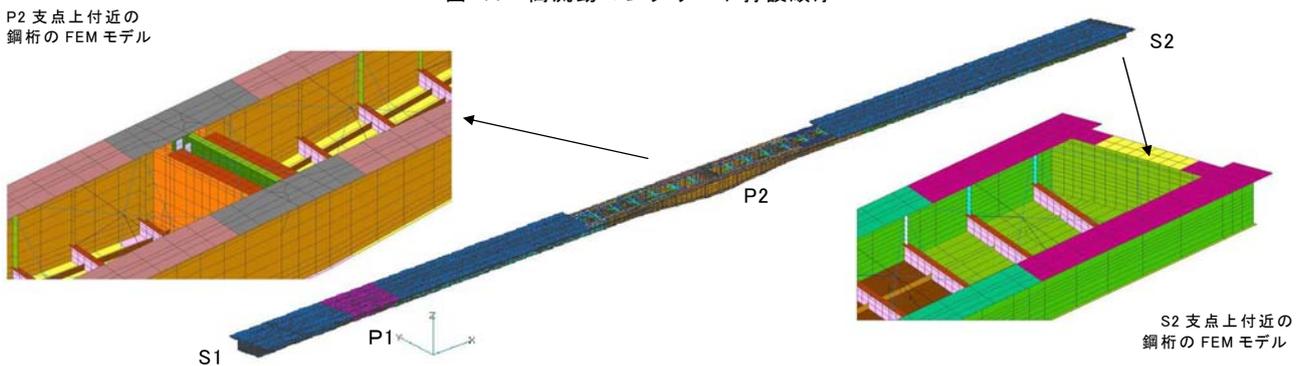


図-12 FEM 解析モデル (全橋)

上り線キャンバー変動表

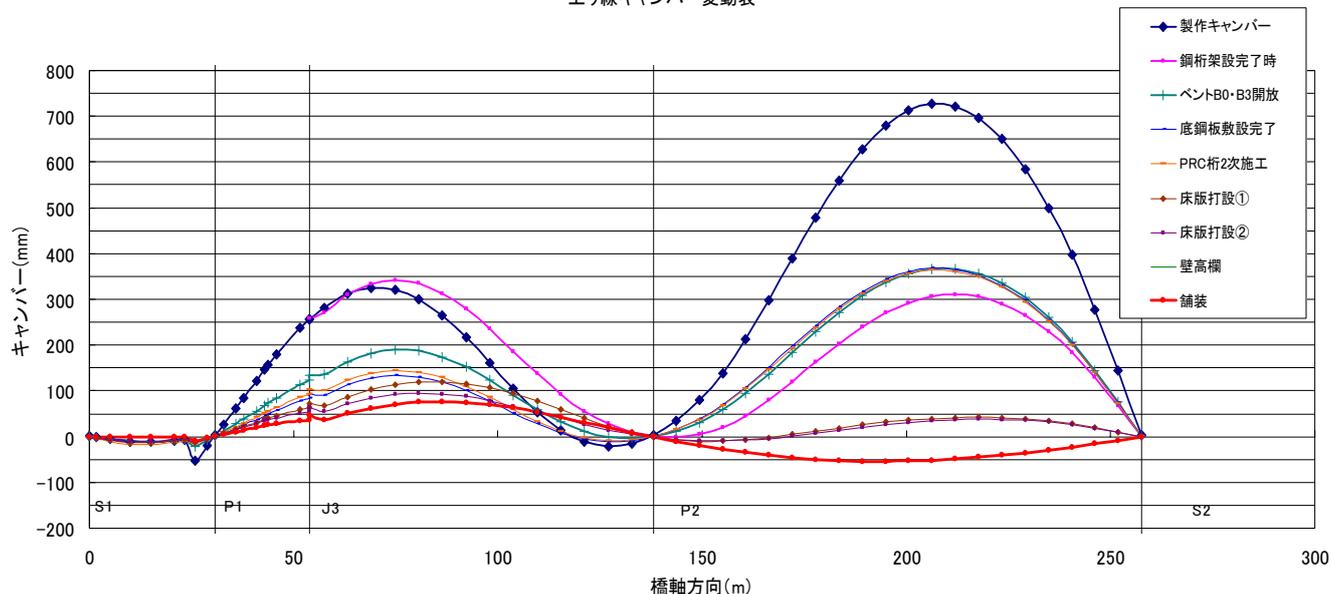


図-13 キャンバーの変動検討

### 5.3 コンクリートの打設

FEM 解析にて合成床版コンクリートの打設順序を変化させたキャンバーの変化を比較検討したが、改善効果が期待するほど大きくならず、現場工程との関係も考慮し、詳細設計どおりの打設順序とした。コンクリートの打設時には、幅員方向の片側に偏心载荷しないように均等打設し、平面曲率によるねじれ変形が生じないように配慮した。

また、FEM 解析結果を考慮して、出来形が計画値に極力近づくようにハンチ高さを調整した。さらに壁高欄高の規格値にも留意し、縦断補正によって舗装厚が変化しても問題ないように必要壁高欄高を満足できるように施工した。なお、床版コンクリートおよび縦断補正による死荷重増に対して、下部工および上部工ともに安全であることを確認した。

### 6. あとがき

本工事は、厳しい工程であったが、地元住民及び関係各位の御理解と御協力により、無事故・無災害で完了することができ（写真-5）、平成 20 年 12 月 20 日に無事開通した。本稿が混合橋の架設施工の一助となれば幸いである。最後に、ご指導、ご協力を賜った東日本高速道路(株)関東支社宇都宮工事事務所と協力業者の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。



写真-5 施工完了

### 参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社：設計要領第二集，2006.4.
- 2) 畑，本條，園部：北関東自動車道小貝川橋の工事報告，ハルテック技報，Vol.4，2008.
- 3) 財団法人高速道路技術センター：高松自動車道 鋼・コンクリート混合橋の設計施工に関する詳細検討報告書，2000.3.