

# 供用下における合成桁橋の鋼床版化と主桁補強（上川橋拡幅工事）

Replacement of Reinforced Concrete Slab in Composite Girder Bridge with Steel plate deck and Reinforcement of Main Girder under service (Kamikawa Bridge)

(株) 巴コーポレーション ○正 員 酒井武志(Takeshi Sakai)  
 北海道開発局帯広道路事務所 川村達也(Tatsuya Kawamura)  
 北海道開発局帯広道路事務所 大野正人(Masato Oono)

## 1. はじめに

本橋は札幌から十勝地方を結ぶ路線の一部で、一級河川十勝川を跨ぐ橋梁として昭和 39 年に完成し、道道から後に国道 274 号線に昇格されている。支間長 33.15m の橋梁 8 連で構成された橋長 270m で、完成当初は二等橋(TL-14)として設計され、これまで床版や地覆の補修補強がなされてきた。近年の車両の大型化により 6 m と狭い幅員内での対面通行は困難な状態であった。本工事は、この状況を解消するための主桁への補強および RC 床版の鋼床版への取り替えによる有効幅員 6 m から 8 m への拡幅工事である。全体側面図を図-1 に示す。

表-1 工事概要

工 事 名	一般国道 274 号線清水町 上川橋上部拡幅工事
工事箇所	北海道 上川郡清水町人舞
設計経緯	昭和 38 年：架橋 → 平成 5 年国道昇格
道路規格	第 3 種第 2 級（設計速度 60km）
橋梁形式	単純合成鋼桁橋 8 連
活 荷 重	2 等橋(TL-14) → 床版補強により TL-20 相当 → B 活荷重
橋 長	270.0m
支 間 長	33.150m × 8 連
総 幅 員	7.200m → 9.200m
有効幅員	6.000m → 8.000m
平面線形	R=∞（直線）
縦断勾配	0.0%
総 鋼 重	918.7t（既設桁除く）
使用鋼材	SS400、SM400
床 版	RC 床版（繊維補強） → 鋼床版
主桁間隔	2.450 m
補修履歴	平成 7 年：塗装塗替補修 平成 10 年：高欄取替補修、床版補強対策 平成 11 年：落橋防止装置新設

施工時に全面通行止めをするには迂回路が必要となるが、最も近い橋梁を利用しても 10km 程度の道程となり、迂回路として適していないことから、片側交互通行とし、その反対側で床版取り替えおよび主桁補強を行う。

本工事は、北海道開発局 帯広開発建設部 帯広道路事務所より発注され、全体施工期間は平成 19 年 9 月から平成 21 年 11 月である。工事概要を表-1 に示す。

ここで、本工事の施工ステップ（図-2）について説明する。まず吊足場を設置後、交通規制により下り線側（ステップ図における左側）での片側交互通行とし、上り線側（同右側）の床版を撤去する（Step1,2）。主桁に鋼床版取付け用のボルト孔の削孔および補強板取付けを行う（Step3,4）。ジャッキアップで主桁を支持し、鋼床版の架設、高カボルト本締め後、ジャッキダウンする（Step5~8）。鋼床版上を舗装し、交通規制を切り替えて、鋼床版上を交通解放してから、下り線側の床版撤去、ボルト孔削孔、補強板取付けを行う（Step9~13）。再びジャッキアップし、残りの鋼床版を架設、高カボルト本締め後、ジャッキダウンする（Step14~17）。最後に下り線側の舗装を行い、施工完了となる。

以下に、本工事で行った各検討について報告する。

## 2. ベント設置期間についての検討

### 2.1 検討の目的

一般的に合成桁の床版を撤去する場合、上フランジの断面は非合成桁に比べ小さく、そのまま床版を撤去すると座屈のおそれがあること、また、施工途中の応力が主桁に導入されることから図-3 のようにベントにより主桁を支持し、床版の撤去作業および桁補強を行う。そのため、全工程においてベントを設置する計画であったが、河川内での施工であり増水時には河川内からベントを撤去する必要が生じる。

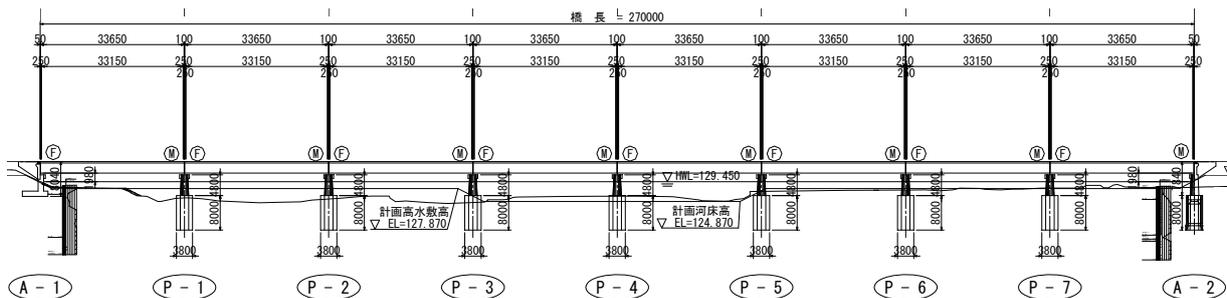


図-1 全体側面図

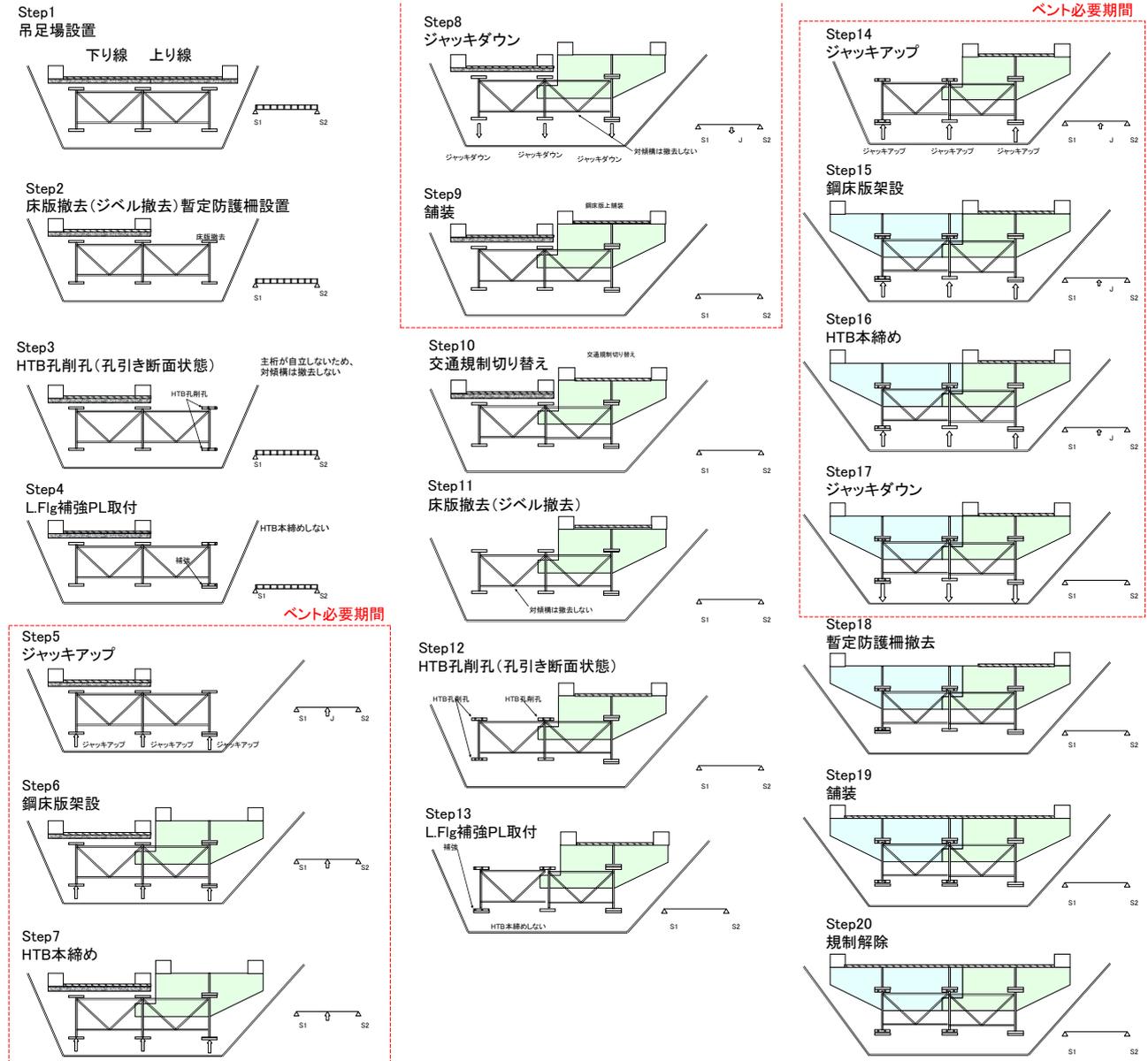


図-2 施工ステップ

そこで、全体工程の中でのベントの設置期間を短縮し、河川の増水によるリスクをできるだけ軽減するために、施工途中の荷重状態および桁の応力状態を把握し、ベント設置が必要な施工ステップを明らかにすることを目的に検討を行った。

## 2.2 検討内容および結果

ベント支持をしない工法の場合、各施工ステップで構造系や荷重が逐次変化するため、この変化を考慮した解析モデルを作成した。すべての施工ステップについてベ

ント支持をしない構造系として、応力照査を実施した。モデル化については以下の事項がパラメータとなる。

- 1) 主桁剛性：合成桁 → 鋼桁 → 鋼床版桁
- 2) 横桁剛性：対傾構 → 横桁
- 3) 荷重：舗装・高欄・地覆・RC床版の撤去  
補強材・鋼床版桁・舗装・高欄の設置
- 4) 施工位置：左右半断面ずつ（剛性・荷重に影響）
- 5) 構造系：ベント支持の有無（剛性に影響）

その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 鋼床版設置時に最大応力が発生しベントが必要となる。
- 2) 舗装撤去、地覆高欄撤去、床版撤去、主桁補強用の孔加工、補強板の設置の各施工ステップでは、既設の対傾構を存置すれば、ベント支持を必要としない。

ここで、載荷荷重、抵抗断面（剛性）と床版の状況を整理すると表-2のようになる。各床版撤去部において

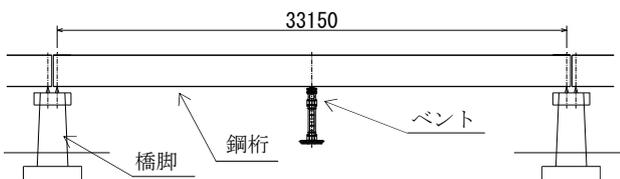


図-3 ベント設置状況

表-2 床版撤去時の荷重と抵抗断面

床版の状況	撤去前 (Step1,10)	撤去中	撤去後 (Step2,11)
概念図			
荷重	床版+鋼桁	床版+鋼桁	鋼桁
抵抗断面 (剛性)	床版+鋼桁	鋼桁	鋼桁

床版撤去直前のステップ(Step1,Step10)では表-2に示す「撤去前」の抵抗断面(剛性)であり、合成桁として抵抗するため耐荷力は大きい。また、撤去後のステップ(Step2,Step11)は表-2に示す「撤去後」の抵抗断面となり剛性は低くなるが、床版荷重がなく鋼桁の自重のみが作用するため、特に問題とならない。しかし、この2つのステップの途中段階である表-2に示す床版「撤去中」においては、抵抗断面が鋼桁のみであるのに対して床版荷重がすべて載荷され、最も不利な状況となるため、さらに格子解析を実施し応力照査を行った。

その結果、活荷重が直接載荷されないため作用応力は95N/mm<sup>2</sup>程度であるが、上フランジは床版による固定がなくなることから横倒れ座屈により許容応力度が低減され79N/mm<sup>2</sup>(施工時割り増し1.25考慮)となり、作用応力度が許容応力度を超える。

このStep1~Step2間の作用応力度を低減するには、その期間だけ、ベントにより支持すればよいが、ベント設置期間の短縮にならない。

そこで、この応力を低減する別の方法として、床版の撤去順序を格子解析に反映し、徐々に床版荷重を軽減す

ることで、上フランジの座屈を防止しながら応力度を軽減する方法を考えた。具体的には図-4に示す順序で実施した。

- 1) 最初に床版張り出し部を全長にわたって撤去し、主桁の応力を軽減する。
- 2) まだ支点付近の主桁(主桁両端部3m程度)が座屈により許容応力度を超えるため、その範囲を残して主桁上の床版を撤去する。
- 3) 最後に応力度が十分小さくなった支点付近の床版を撤去する。

この手順により応力照査を行った結果、安全性を確保しながら床版を撤去することができることがわかった。

## 2.1 まとめ

以上のように床版の撤去順序に配慮することで、全長間において5ヶ月必要だったベントの設置期間を1ヶ月程度に大幅な短縮ができた。この工程短縮によりコスト縮減およびリスク軽減が可能となった。

## 3. 鋼床版の交通解放についての検討

### 3.1 検討の目的

工事期間中は片側通行を確保するため、3主桁のうち、G1桁、G2桁上のRC床版を撤去し、G3桁のみ鋼床版版板となる図-5に示す状況で片側の交通を開放する施工ステップ(Step11)に対して、格子解析により応力照査を行い、安全性を確認している。しかし、活荷重が偏載した際のG2桁とG3桁との接続部や各部材の局部応力を含めた応力状態・変形状が格子解析により表現できていない可能性があり、構造物として不安定な状態となる懸念があった。

そこで、立体FEM解析により応力状態および変形挙動を明らかにし、安全性を確認することとした。

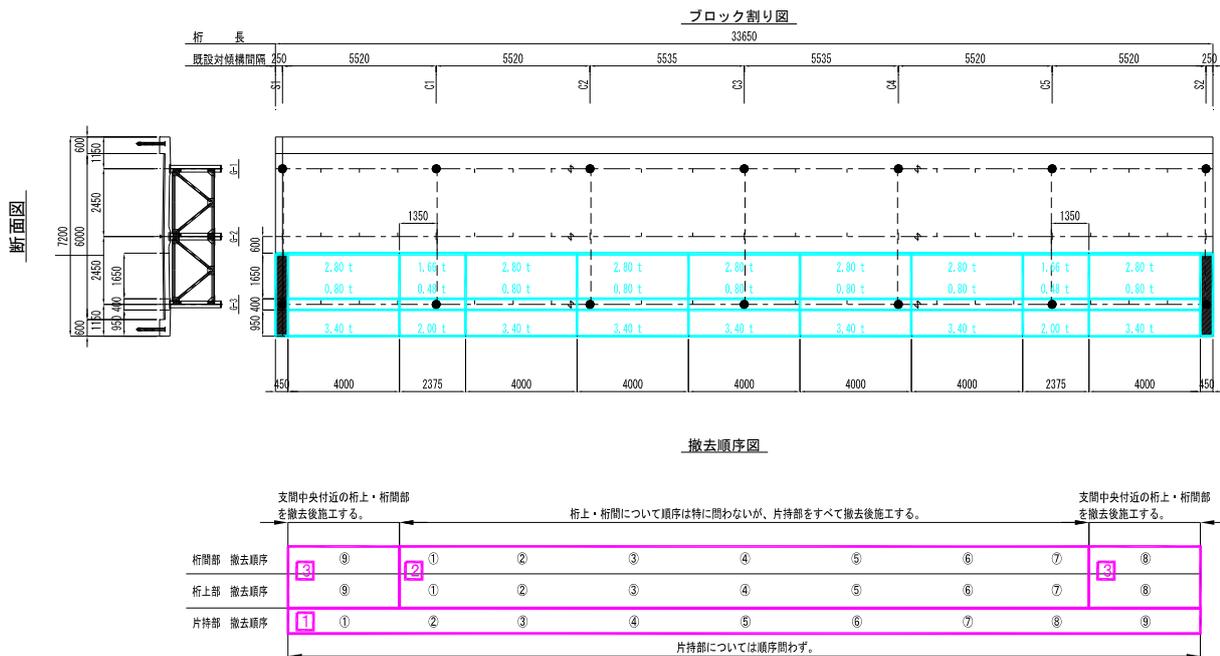


図-4 床版撤去要領平面図(上り線施工時)

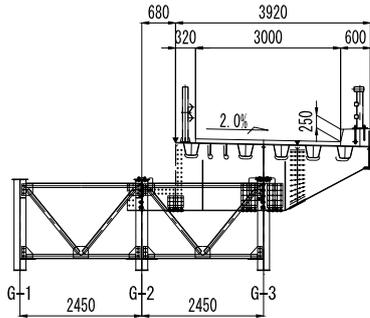


図-5 Step11における断面図

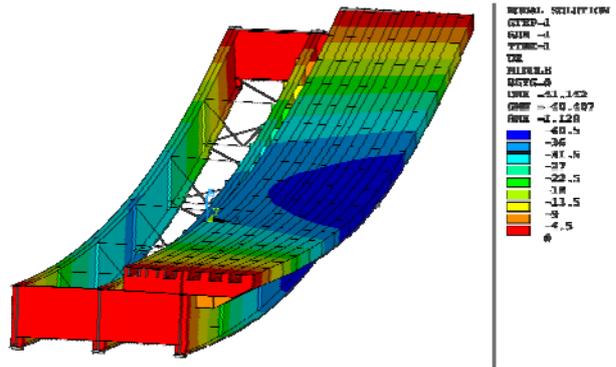


図-6 鉛直方向変位のコンター図

### 3.2 検討内容

Step11の構造における活荷重作用による鋼部材に生ずる応力状態・応力集中および変形挙動を把握し、構造の安全性と車両の走行性を確認する。

### 3.3 解析結果と考察

解析結果は、以下のとおりである。図-6に鉛直方向変位のコンター図、図-7にG2桁・G3桁接続部の横リブ応力のコンター図を示す。

#### ①死荷重のみの荷重ケース

最大たわみは、25mm程度である。主桁フランジに発生する橋軸方向応力は、56N/mm<sup>2</sup>である。

#### ②死+活(L)、p1荷重支間中央載荷載荷の荷重ケース

鋼床版先端における最大たわみは、 $\delta = 41\text{mm}$ 程度である。道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編<sup>1)</sup>における活荷重たわみの許容値は $\delta a = L/500 = 66\text{mm}$ であり、車両の走行性にも十分に問題のないレベルである。支間中央部主桁フランジに発生する応力は、96N/mm<sup>2</sup>程度であり、施工時の許容応力度 175N/mm<sup>2</sup>に対し十分に余裕があった。

#### ③活荷重のみ(T)、輪荷重支間中央載荷の荷重ケース

鋼床版先端における最大たわみは、9~13mm程度である。発生する応力は、図-7に示す支間中央部横リブにおいてミーゼス応力が30~60N/mm<sup>2</sup>程度であり、G2桁・G3桁の接続部の安全性が確認できた。

### 3.4 まとめ

RC床版撤去後の構造系では、片側供用時の幅員のほぼ中心にG3桁が位置しているが、G2桁にも接続されていることから、そのアンバランスな構造による不安定さが懸念された。しかし、これらの解析結果から、構造の安全性および車両の走行性に問題ないことが確認できた。

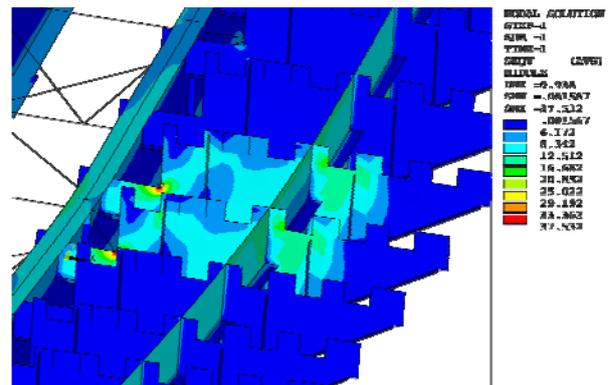


図-7 G2桁・G3桁接続部の横リブ応力のコンター図

## 4. おわりに

施工ステップの荷重状態および応力性状を把握することによりベントの設置期間の大幅な短縮が可能となり、また、ベント支持がない状況でも撤去順序に配慮すれば、片側供用下にある合成桁橋のRC床版を撤去し、安全に鋼床版化できることがわかった。

本工事は2009年11月19日に完成し、全面供用している。

今後、老朽化した社会資本ストックの増加と、維持管理費の確保が困難な状況が続くことが予想される中においても、地域社会への影響を極力小さくし、かつ経済的に社会資本ストックを補修補強するにあたって、本工事におけるこれらの対応は有効な方法の一つと考えられる。

## 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編、p.119、2002。