

「設計・施工一括発注方式」による 亀泉高架橋工事の報告（その2）

Reports on the Package Contract Including Design and Construction for Kameizumi Viaduct Construction (Part 2)

保 呂 秀 次*¹ 寺 田 喜 昭*² 上 原 正*³ 山 下 修 平*⁴
Hidetsugu HORO Yoshiaki TERADA Tadashi UEHARA Shuhei YAMASHITA

Summary

The construction of the Kameizumi Viaduct was ordered as design & build contract. This construct-system was adopted to utilize private-sector technology and to secure the functions and quality of this public structure, while reducing cost, even though this ordering system is relatively new for bridges in Japan. This paper presents a summary of the work up to deck slabs in superstructure work.

キーワード：設計・施工一括発注方式、合成床版、QS Slab

1. はじめに

亀泉高架橋工事は、国道17号バイパスの上部道路として計画され、上部工と下部工を分離しない設計・施工一括発注方式（デザインビルド方式）で、国土交通省関東地方整備局より発注された工事延長367.1mの高架橋である。

本工事は鋼コンクリート合成床版（以下、合成床版という）が国土交通省の直轄工事に採用された初の事例であることから、主に合成床版の道路橋床版としての要求性能に関する附帯条件が設定され、これらの検証および照査内容に対しては技術評価検討委員会による評価が行われている。技術提案から実施設計までの内容は既報のとおりであり、ここでは合成床版のコンクリート充填性を保証するための品質管理項目の確認を目的とした施工試験の概要とともに、亀泉高架橋工事の現場施工について、上毛電気鉄道や道路などの交差物件上の鋼桁架設および合成床版の施工について報告する。

2. 工事概要

橋梁形式：鋼連続非合成少数I桁橋
（本線：3連、ランプ：1連）
床版形式：合成床版（QS Slab）

橋 長：367.1m

支 間 長：本線A1～P3 : 40.0m + 49.5m + 35.5m
本線P3～P8 : 35.0m + 44.0m + 37.0m
+ 37.0m + 34.0m
本線P8～A2 : 27.5m + 27.6m
ランプP8～BA2 : 31.0m + 30.7m

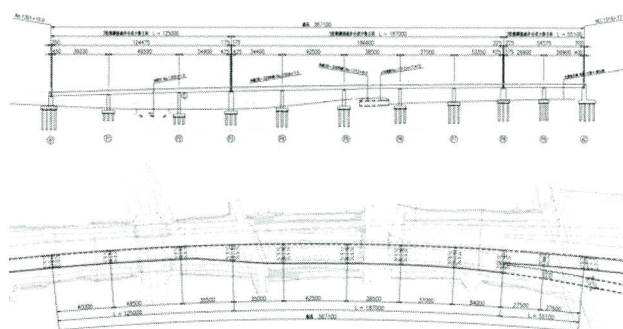


図-1 橋梁一般図

3. 合成床版コンクリート充填施工試験

合成床版のコンクリート充填性などの品質確保を保証するために、技術評価検討委員会の中で“コンクリートの充填性確認試験を行い、品質管理項目を確認する”ことを提案しており、床版コンクリートの施工時期、施工体制、施工要領などを検討し、実施工とほぼ同様の施工

*¹技術本部設計部設計グループ

*²工事本部工事部長

*³工事本部工事計画部次長

*⁴生産本部千葉工場生産設計グループ

条件の下で充填施工試験を実施した。供試体は本線部の標準的な形状・寸法により、実物大のモデル試験体とした。以下にコンクリート充填施工試験の概要を述べる。

(1) 試験の目的

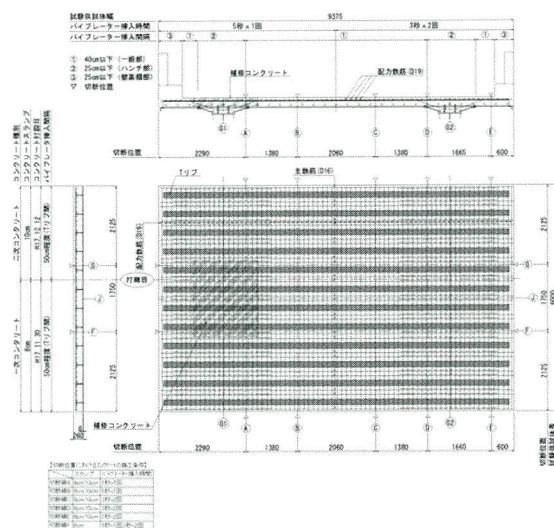
合成床版の補剛リブ下面などの鋼板パネル内および主桁との取合い部に、コンクリートを確実に充填するための施工要領を確認し、品質管理項目を検討する。

(2) 試験要領

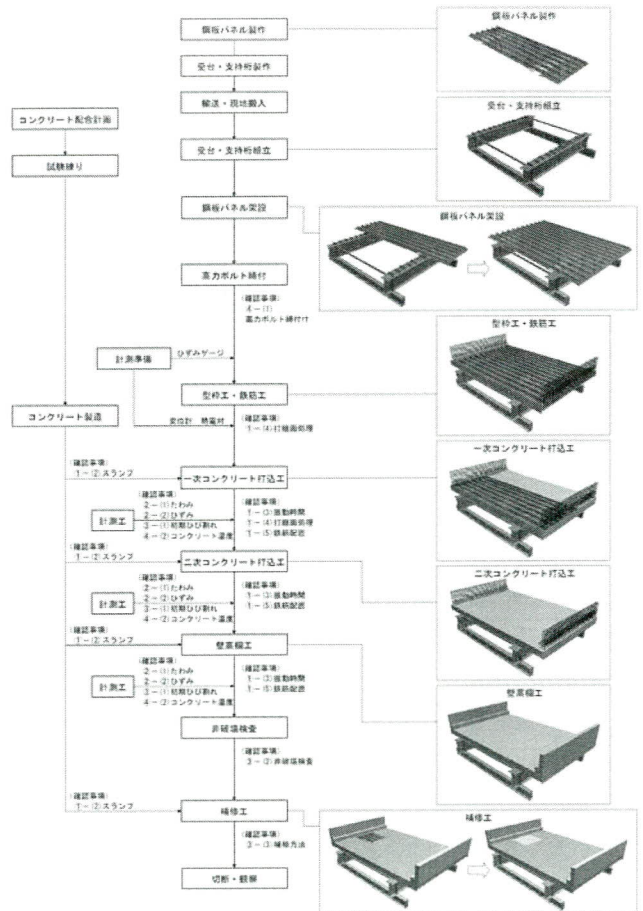
本試験ではコンクリートの充填性の確認に加え、合成床版の耐荷力および、維持管理方法の妥当性についても検証することとした。合成床版コンクリート充填施工試験の試験項目、供試体構造一般図および試験フローを以下に示す。

表一 試験項目

着目点	項目	試験条件	確認方法	備考
①コンクリート充填性	(1) 充填状況	①一般部 ②ハンチ部 ③Tリブ裏側	断面の観察	①床版厚 26 cm (支間長 6 m) ①標準値 ②上限値 ③標準要領 ④実施工案
	(2) スランプ	① 8 cm ② 10 cm		
	(3) 振動時間	① 5 秒×1 回 ② 3 秒×2 回		
	(4) 打継面処理	①せき板構造 ②処理方法 (接着剤)		
	(5) 鉄筋配置	①一般部 ②主桁部 ③壁高側部		
②合成床版の耐荷力	(1) たわみ	①支間部 ②裏出部	変位計測	許容値：L/500
	(2) ひずみ	①Tリブ ②底鋼板	ひずみ計測	前死荷重応力
③維持管理上の課題	(1) 初期ひび割れ	—	ひずみ計測	膨張材の効果
	(2) 非破壊検査	—	①たたき試験 ②超音波板厚測定 ③その他	損傷判定方法の確認
	(3) 補修方法	—	ウォータージェット工法 節付き両ねじ 高力ボルト	打換え要領
④その他	(1) 高力ボルト締付け	—	—	施工要領
	(2) コンクリート温度	—	温度計測	養生管理



図一 供試体構造一般図

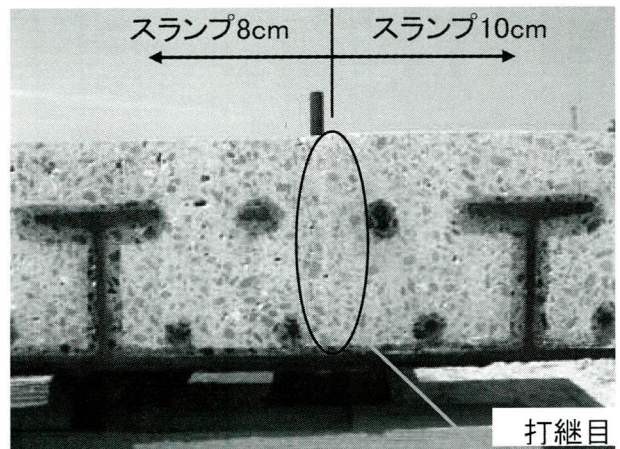


図一 3 充填試験フロー

(3) 試験結果

a) コンクリート充填性

コンクリートの充填性は断面の目視観察によって、試験で実施した要領で問題なく施工できることを確認できた。このような結果から実橋施工においては、コンクリートのスランプは8cm、パイプレータの振動時間は3秒×2回とするものとした。



写真一 合成床版断面 (Tリブ部)

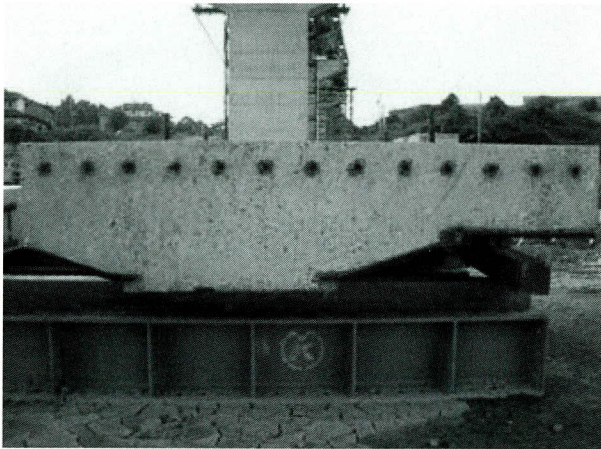


写真-2 合成床版切断面 (ハンチ部)

b) 合成床版の耐荷力

コンクリート自重による鋼板パネルのたわみ、およびひずみ計測結果をそれぞれ図-4、図-5に示す。計測結果は解析結果とよく一致しており、設計で想定する耐荷性能が確保されているものと考えられる。

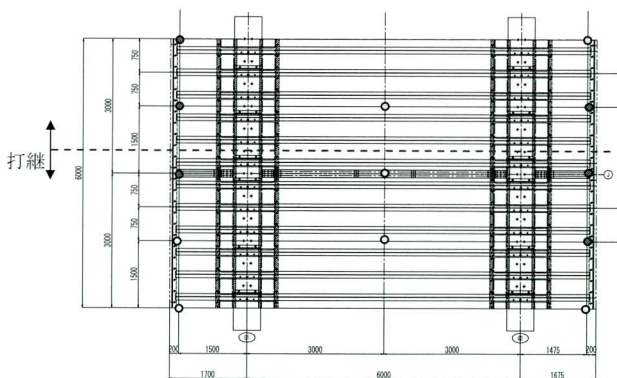
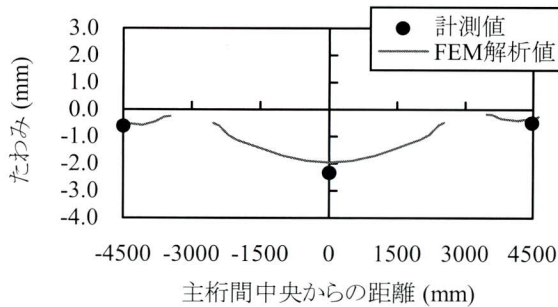


図-4 たわみ計測結果

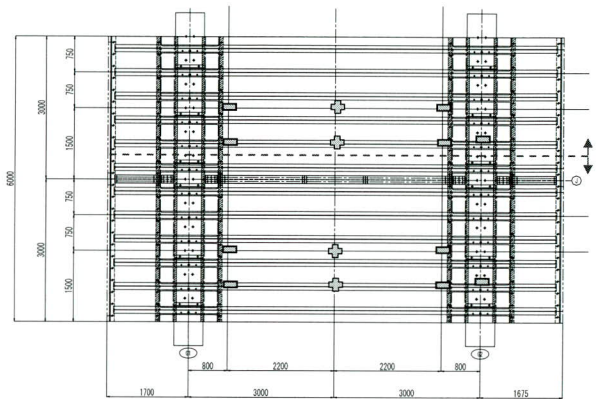
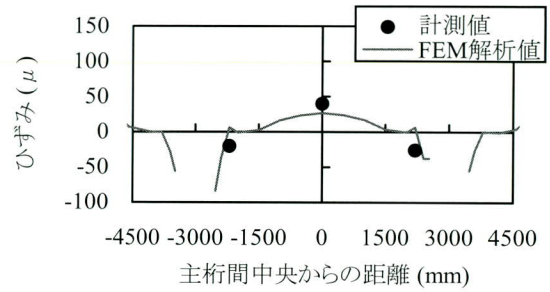
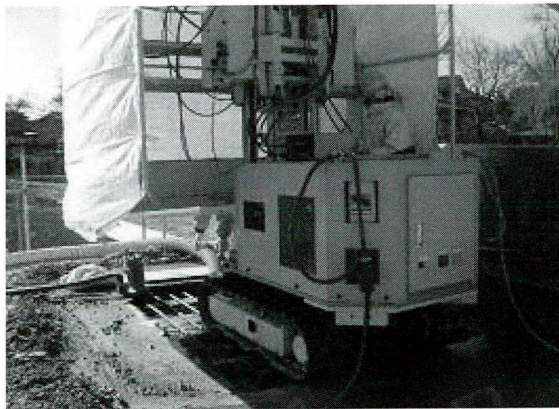


図-5 ひずみ計測結果の例

c) 維持管理上の課題

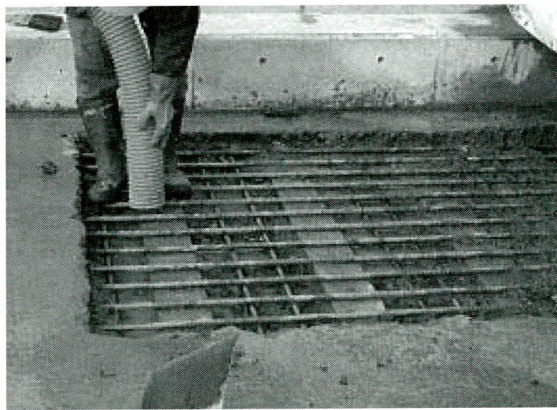
合成床版を適切に維持管理するために、コンクリートの損傷が進行して打換え補修が必要となった場合を想定した検討も合わせて行った。合成床版はコンクリート打込み時の型枠を底鋼板が兼用することで比較的容易にコンクリート施工を行うことができるため、交通機能は最小限の交通規制により確保した状態で、短時間での補修施工が可能となる。本試験ではウォータージェットマシンによりコンクリートをはった後、高強度コンクリートを用いた再打込みまでを行った(写真-3)。最終的には切断面の観察により、新旧コンクリートが一体化しひび割れ等も生じていなかったことから、この方法は実橋合成床版の補修に対して十分に適用可能な工法であると考えている。



(a) ロボットによるはつり状況



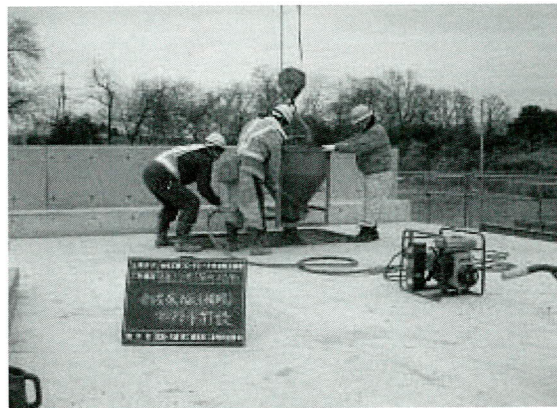
(d) 新コンクリートの締固め



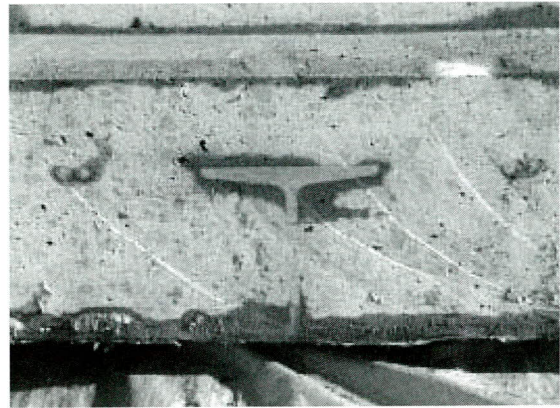
(b) コンクリートはつり後



(e) 試験体の切断



(c) はつり部への再打込み



(f) 切断面の観察

写真-3 ウォータージェット工法によるコンクリート部分打換え補修

4. 鋼桁の架設

(1) 交差物件

本工事では以下の交差物件が存在する。

- ①主要地方道前橋大間々桐生線（P9-A2間、BP9-BA2間）
切回し道路を設置し、片側交互交通の交通規制を行い主桁の架設を行う

- ②上毛電気鉄道（P5-P6間）

キ電停止時間（午後11:30～午前4:00）に主桁、合成床版の架設を行う

- ③市道08-308号線（P5-P6間）

交通誘導員を配置し、作業を行う。

- ④市道08-308号線（P3-P4間）

交通誘導員を配置し、作業を行う。

- ⑤一級河川寺沢川

(2) 騒音振動規制区域

本工事の施工範囲には高齢者介護総合センターが隣接しており、介護センターの敷地境界より80mの範囲が騒音振動規制区域となっている。

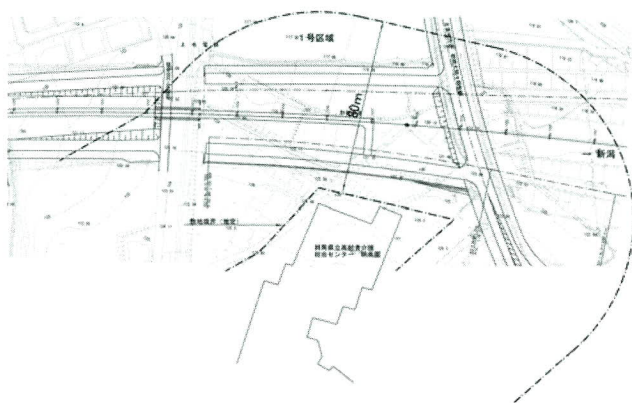


図-6 騒音振動規制区域図

(3) 架設要領

架設工法は、一般的な工法であるトラッククレーンベント工法を選定し、ベント設備はパイプで構成するパイプベントを各橋脚間に1基設置した。

桁架設は、120t、160t、200tおよび360tの油圧式トラッククレーンを施工条件に合わせて使い分けを行い、2～4ブロックを地組した後に架設した。

本工事においては一部を除き下面吊足場・中段足場を省略し、現場継手部の部分足場と、桁上の通路足場のみを設置することによりコストダウンを図った。また床版工事においては、合成床版の鋼板パネルが足場としても使用できるため、主桁の架設と現場継手部の塗装が完了した後、部分足場と通路足場を撤去することで、足場設置期間の短縮に努めた。



写真-4 主桁架設状況



写真-5 架設完了

(4) 上毛電気鉄道上の施工

上毛電気鉄道は、桁下空間が僅かで架設後の作業が困難となるため、地組立ての際、添接部の高力ボルト本締めと塗装を完了させ、360t吊油圧式トラッククレーンにより一括架設を行った。また夜間作業であるため、先行架設した主桁との添接部には、防音パネルを設置し、ドリフトピンの使用を行わず静的な電動式のセンターピンに変更し作業を行うことで、近隣住民および介護センターへの騒音の影響を最小限に抑えるように配慮した。なお一般部と異なり下フランジ上面には板張り防護足場を設置し、鉄道への飛来落下防止の対策を講じた。

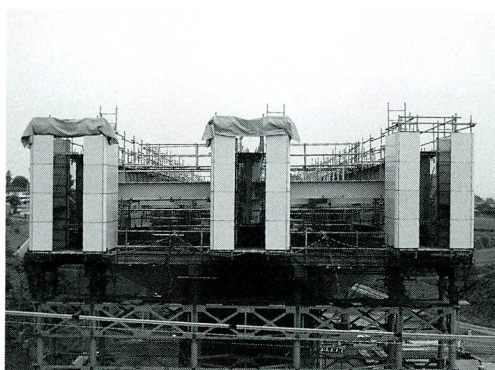


写真-6 添接部防音パネル設置状況-1

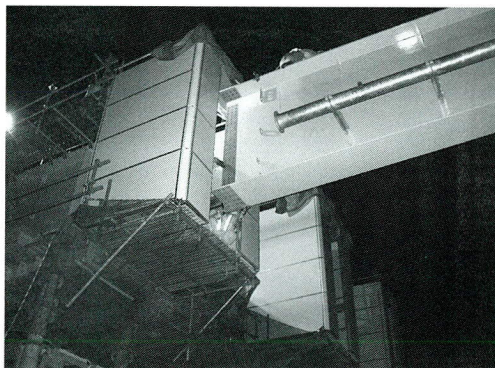


写真-7 添接部防音パネル設置状況-2

(5) 主要地方道上の施工

本線部のP9～A2間およびランプ部のBP9～BA2間には主要地方道である前橋大間々桐生線が通っていることから、この径間の架設時にはA2・BA2橋台の背面に切回し道路を設置し、片側交互通行の交通規制を昼間に実施しながら、架設を行った。前橋大間々桐生線においては通勤、通学の時間帯は、非常に交通量が多いため、規制時間を午前9:00～午後4:00とし交通渋滞の緩和に努めた。また近隣住民には、工事概要の説明と工事案内を配布し、工事への協力をお願いした。

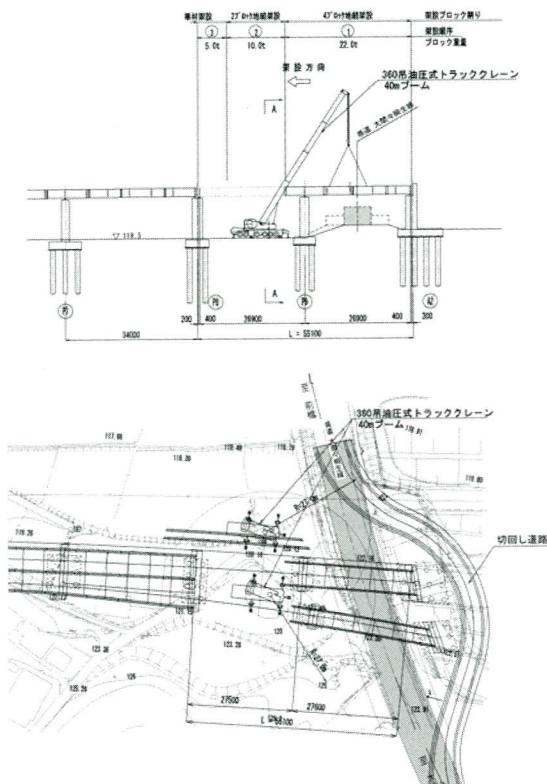


図-7 県道上架設計画図

5. 合成床版の施工

本工事における合成床版の施工フローを右図に示す。

(1) 準備工

主桁および鋼板パネルの出来形を確認し、合成床版の割付け位置を主桁上フランジへマーキングした。

(2) シール材取付工

止水を目的としたシールスポンジを上フランジに設置

した。主桁添接部は、施工途中の雨水の滞水防止と、供用後の漏水をモニタリングするためにシールスポンジに一部開口を設けた。但し、この開口部はコンクリート打設時にコンクリートの漏れがないようにテープ養生を行っている。

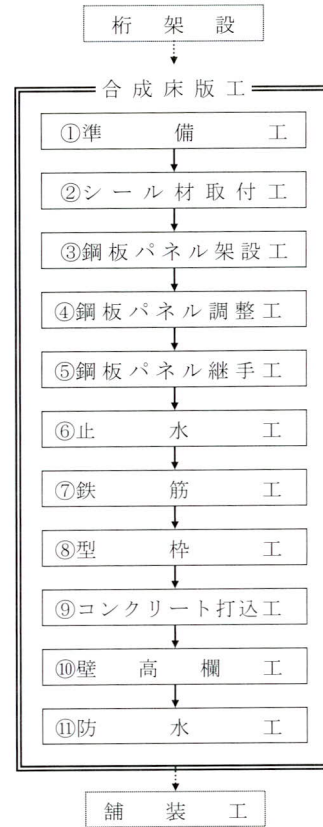


図-8 合成床版の施工フロー

(3) 鋼板パネル架設工

100t吊の油圧式トラッククレーンにより合成床版の鋼板パネル架設を行った。鋼板パネルの敷設は、主桁上のマーキングを目安に、添接板の取合いとパネル間の遊間を確認し設置した。また、架設前にクレーンで吊った状態で、壁高欄施工用の張出足場を取付けた後、パネル架設を行った。



写真-8 張出足場取付

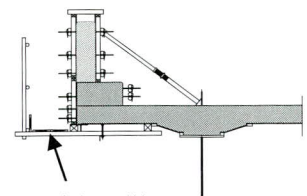


図-9 張出足場図

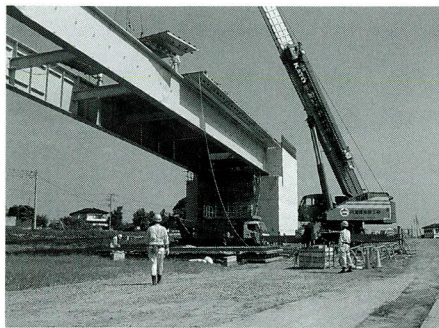


写真-9 合成床版架設状況-1



写真-11 節付両ネジ高力ボルト締付け管理



写真-10 合成床版架設状況-2

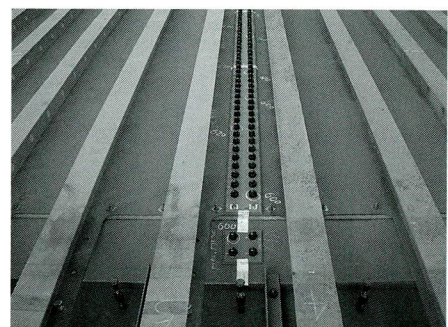


写真-12 添接部防水テープ養生

(4) 底鋼板のボルト継手工

鋼板パネル同士の継手部は底鋼板を配力筋方向の補強鋼材として有効断面に考慮しているため、高力ボルト摩擦接合としている。本工事では片面施工が可能な節付両ネジ高力ボルトを採用し、トルク法によるボルト締付け管理を行った。添接板が不連続の箇所は一部開口が生じることから、コンクリートのノロ漏れを防止するために防水テープにて養生を行うものとした。

(5) 鉄筋・型枠組立工

合成床版の配筋は、底鋼板が床版下側の補強鋼材となるため、通常はTリブ上に主鉄筋および配力筋を組立てるだけの施工となる。

本工事では、床版に浸水があった場合の速やかな排水と目視により漏水を確認できるように側鋼板は設けておらず型枠は、地覆および壁高欄用の型枠が必要となる。なお本工事では、床版と地覆の打継目からの水の浸入防止として地覆まで床版と一体で施工する方法としているため、地覆の内型枠は浮型枠とした。

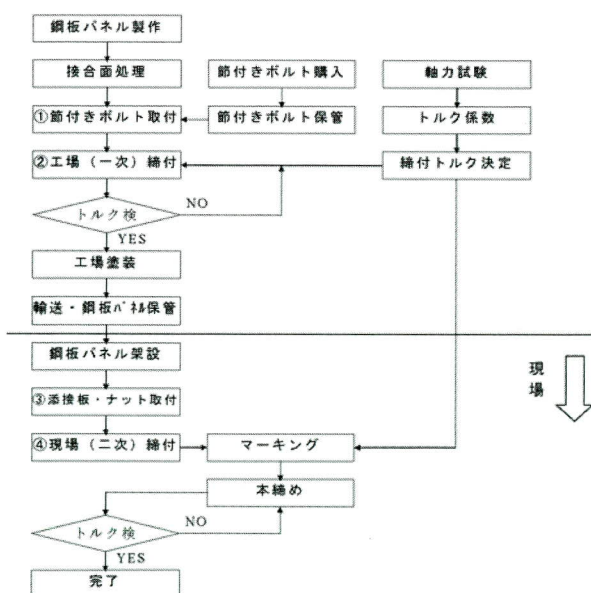


図-10 鋼板パネル継手工の施工フロー

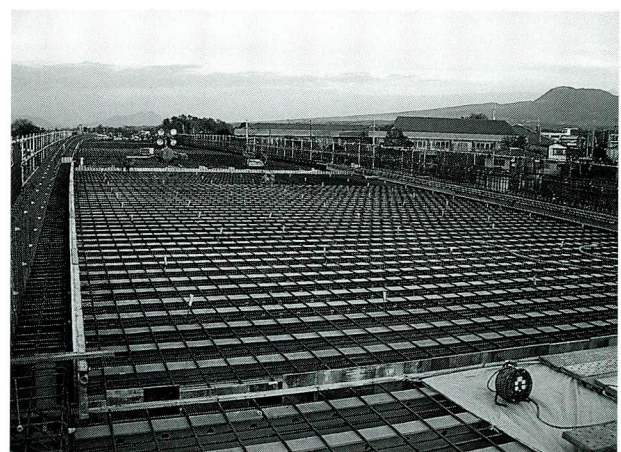


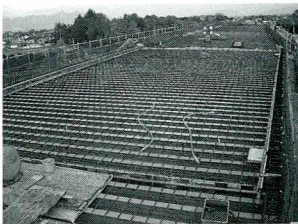
写真-13 鉄筋・型枠組立完了

(6) 床版コンクリート施工

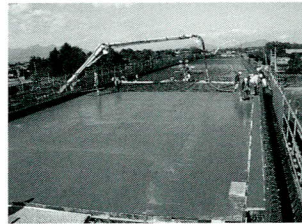
コンクリートの打込みは、充填施工試験により確認した施工要領を踏まえ、打設順序や内部振動機の挿入間隔・振動時間等の管理の下に施工を行った。現地では品質管理者を配置しプロセス管理チェックシートにより準備から施工、コンクリート養生状況までを全体的にチェックできるような体制を整えた。以下にプロセス管理チェックシートの管理項目を示す。

表ー2 コンクリート施工時のプロセス管理項目

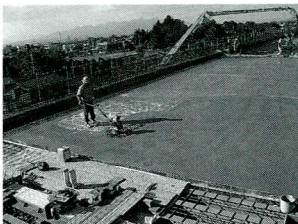
管 理 項 目	概 要
①人員配置の確認	適正な人員配置であることを確認。
②止水シール材部の隙間確認	コンクリート打込み前に主桁上フランジに設置した止水シール材部にノロ漏れの原因となる隙間がないことを確認。
③型枠内の確認	コンクリート打込み前に型枠内に結束線、木片および滞水のないことを確認。
④コンクリートのフレッシュ性状の確認	コンクリート打込み前のスランブ、空気量および温度が規格値内にあることを確認。
⑤ブロック施工順序、打込み方向の確認	施工計画書に示された施工手順が確実に実施されていることを確認。
⑥使用機械の仕様および台数の確認	使用機械の仕様および台数が確保されているかを確認。
⑦内部振動機の挿入間隔・時間の確認	施工要領が確実に実施されていることを確認。
⑧コンクリートの出荷から打込みまでの時間	外気温によるコンクリートの出荷から打込み完了までの制限時間内の施工であることを確認。
⑨コンクリートの表面仕上げ方法の確認	適切な表面仕上げが実施されていることを確認。
⑩コンクリート養生方法の確認	養生状況と養生期間について確認。



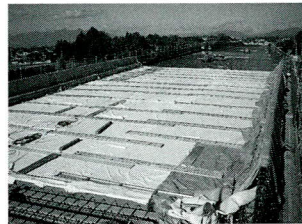
写真一四 打設前状況



写真一五 コンクリート打設状況



写真一六 仕上げ状況



写真一七 シート養生状況

5. おわりに

本工事は合成床版を採用したことで、主構造の部材数の減少と、床版施工用の足場、型枠支保工の省略ができ、現場の省力化が図られたと考えられる。但し、全ての工事に採用できないと言えない側面もあるので、現場の状態を把握し計画する必要がある。

平成18年11月現在の状況は、下部工の施工、主構造および合成床版の架設が完了し、床版コンクリート施工を行っている。今後は一部の壁高欄を除いて、平成18年12月末までにコンクリート施工は完了となる予定である。引続き防水層と舗装の施工となるが、防水層と舗装についても合成床版の品質に大きく影響する工種であるため、確実な施工管理を行い品質の高い構造物となるようにしたいと考えている、またこれまで無災害記録が続いているので、これを継続し竣工を迎えたいと思う。

最後に、本工事の発注者である国土交通省関東地方整備局高崎河川国道事務所および渋川国道出張所の関係者の方々には多大なる御指導をいただいております、また異工種共同企業体の構成者である大豊建設の協力も頂き、紙上を借りてここに深く感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 保呂, 山下, 奥村: 「設計・施工一括発注方式」による亀泉高架橋工事の報告(その1), 宮地技報 No. 21, pp.47 - 50, 平成18年1月
- 2) 山下, 保呂, 奥村, 佐藤, 永来: 鋼コンクリート合成床版の要求性能と検証方法に関する一考察, 第五回道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp.211 - 216, 平成18年7月, 土木学会
- 3) 永来, 上原(勝), 上原(正), 山下, 奥村, 保呂: 鋼コンクリート合成床版の品質管理および補修方法に関する検討 - 亀泉高架橋工事 -, 第61回土木学会年次学術講演会講演概要集, I - 125, pp.249 - 250, 平成18年9月, 土木学会

2006.12.23 受付