

計画段階における VR を活用した狭小箇所の施工検討

Study on construction of small places using VR in planning stage

いであ株式会社
いであ株式会社
いであ株式会社

○正 員 松原翔太 (Shota Matsubara)
正 員 加藤直也 (Naoya Kato)
非会員 古関恒二 (Koji Koseki)

1. はじめに

高速道路各社では、大規模更新修繕事業プロジェクトの一環として、供用中の橋梁の床版取替等のリニューアル工事が進められている。片側 2 車線の高速道路における床版取替工事では、通常、上下線のいずれか片側毎に工事を行うため、反対側の 2 車線に 1 車線をシフトさせ、対面通行区間を設け、交通運用されている(図 1)。

本稿は、大規模更新事業が進行中の路線の橋梁において、中央分離帯の狭小箇所の施工の可否が、幅員の設定に影響することから、設計計画の初期段階において、簡易な CIM/3D 及び VR を活用し、施工性を把握した事例である。

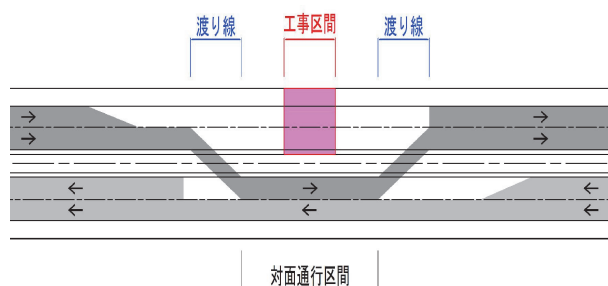


図 1 床版取替工事における車線運用

2. 対象橋梁

対象路線は、日交通量≒57,000 台の片側 2 車線、両側 4 車線の高速道路である。床版取替を行う対象橋梁は、橋長 217.85m、鋼 3 径間連続非合成鈹桁(2 連)の上下線である。曲線半径 R600～直線区間で横断勾配は 5.0%片勾配から 2.0%拌み勾配へ変化する。上下線は 20mm の隙間で隣接する(図 2)。

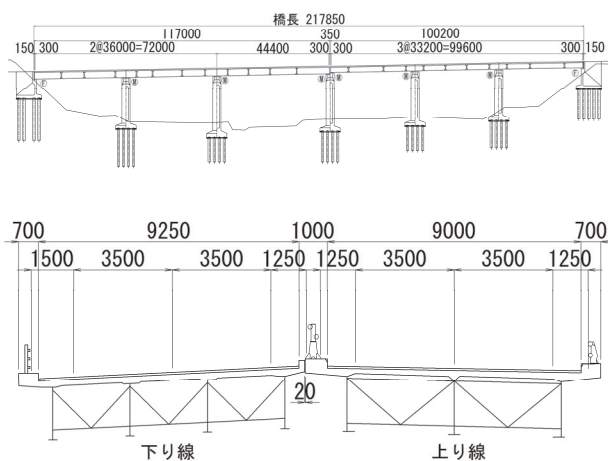


図 2 橋梁諸元

3. 計画段階における課題

床版取替は、大型連休期間や冬期を避けた工事となり、施工期間が数か月に限定されることから、一部除き、すべてプレキャスト製品が使用され、施工の効率化を図っている(参考文献 1))。当該橋梁では、既設橋梁の中央分離帯の離隔 20mm を確保しながら既設 RC 床版を撤去し、新設プレキャスト床版・壁高欄を設置しなければならず、これが不可能な場合、幅員構成の見直しを行う必要があった。

設計者が 2 次元図面を確認したところ、既設床版の撤去、新設床版及び壁高欄の落とし込み、隣接する壁高欄の設置において、中央分離帯の隙間をさらに広げるべき、と思われた(図 3)。一方、床版取替の設計・施工経験者にヒアリングしたところ、施工可能と判断された。このため、設計サイドとして明確に施工可否を提示する必要があり、簡易な CIM/3D モデルと VR により検証を行った。

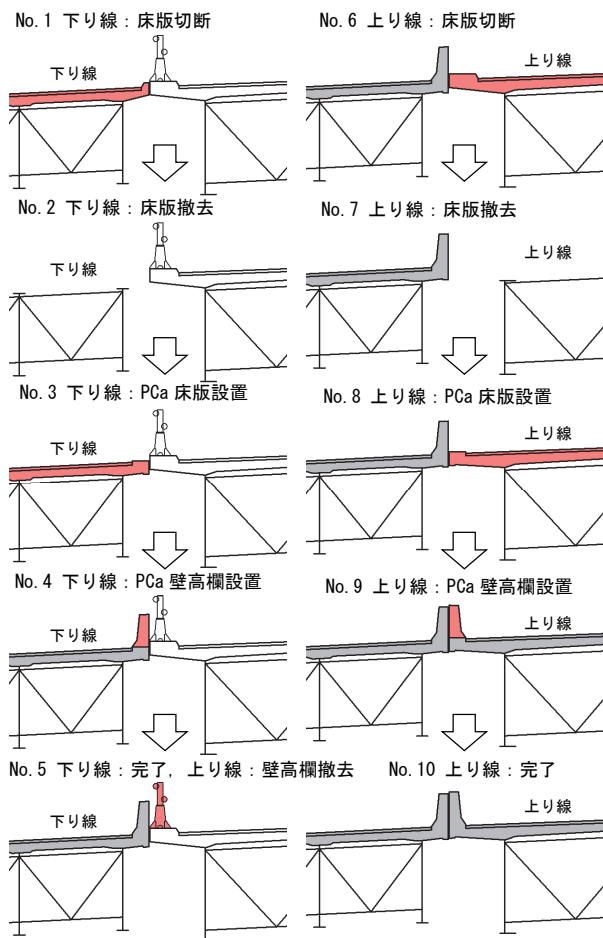


図 3 床版取替の施工ステップ

※PCa：プレキャスト

4. VR による検証

4.1 VR の作成

VR 作成に先立ち、竣工図面を 2 次元 CAD に復元し CIM/3D モデルを詳細度 200 で作成した(図 4)。狭小箇所となる壁高欄には、ユニバーサルデザインの配色を参考に、取り合いが判別しやすい色彩を採用している(参考文献 2)。その CIM/3D モデルのデータを基に Unity 及び Blender により VR を作成した。

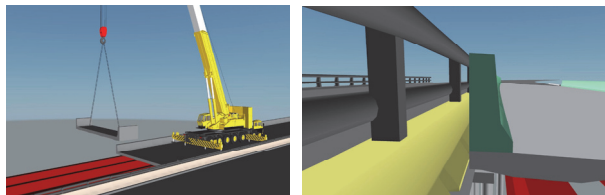


図 4 CIM/3D モデル

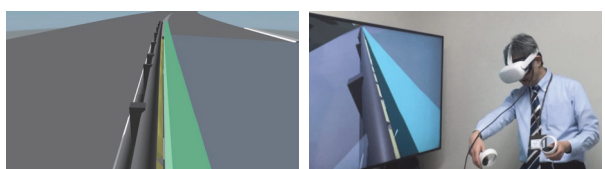
4.2 VR による狭小箇所の確認

作成した VR 空間にゴーグル(MetaQuest2)を着用して入り込み、床版取替工事の各施工ステップの状況をさまざまな角度から確認した。VR 空間では、壁に当たり判定を設け、狭小部での体の接触を疑似的に体感しながら作業が可能か否かを把握した(図 5)。これより、中央分離帯付近の狭小な取り合い部において、施工が困難と考えられる施工の場面を 3 つ抽出した(図 6)。



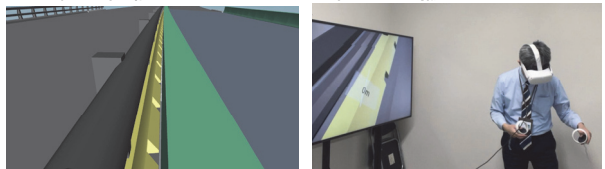
図 5 VR 操作状況

1. プレキャスト壁高欄の吊り下げ→落とし込み時



前頁の施工ステップ No4, 9 において、プレキャスト壁高欄の吊り上げでは、壁高欄の背面から金具等が突出するため、VR 上においても余裕がないと判断できた。

2. 既設壁高欄（プレキャスト部材）の撤去



前頁の施工ステップ No.5 において、上り線壁高欄の撤去の際、下り線プレキャスト壁高欄が施工済みの場合、VR 上ではボルトに手が届かず撤去困難と判断できた。

3. 端部の場所打ち部の型枠の設置

端部が場所打ち構造となるため離隔 20mm で型枠を設置するのは困難と判断できた。

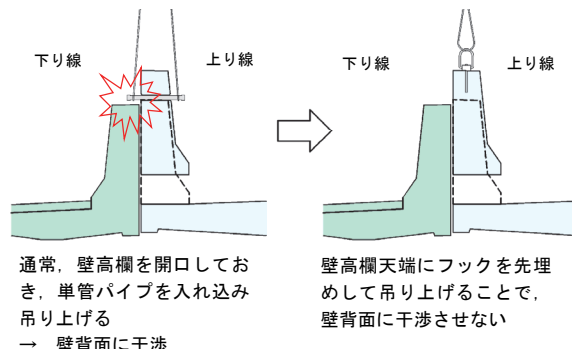


図 6 狭小箇所の確認

5. 施工可否の判断

VR 空間で施工が困難と考えた箇所について、施工方法を工夫することで改善可能か検討したところ、いずれも施工可能となった(図 7)。

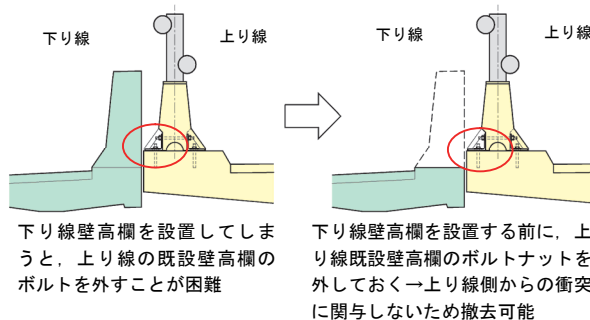
1. プレキャスト壁高欄の吊り下げ治具の対策



通常、壁高欄を開口しておき、単管パイプを入れ込み吊り上げる
→ 壁背面に干渉

壁高欄天端にフックを先埋めして吊り上げることで、壁背面に干渉させない

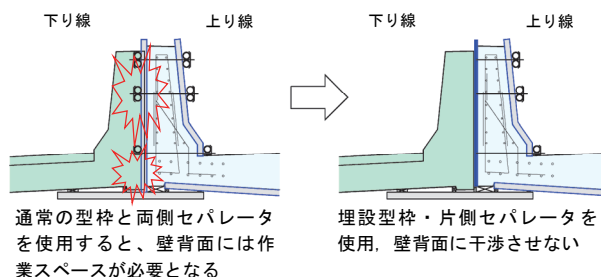
2. 既設壁高欄（プレキャスト部材）の撤去対策



下り線壁高欄を設置してしまうと、上り線の既設壁高欄のボルトを外すことが困難

下り線壁高欄を設置する前に、上り線既設壁高欄のボルトナットを外しておく→上り線側からの衝突に関与しないため撤去可能

3. 端部場所打ち部の型枠の設置対策



通常の型枠と両側セパレータを使用すると、壁背面には作業スペースが必要となる

埋設型枠・片側セパレータを使用、壁背面に干渉させない

図 7 狭小部の施工対策

6. おわりに

CIM/3D モデルや VR は、通常、設計と同時、もしくは設計後に実施することが多い。今回は設計初期段階で道路構造の変更の有無を検証する必要がある、CIM/3D と VR を用いて近接の程度を実感することで、上下線橋梁間の狭小部の施工の可否を把握した。供用 50 年を迎える高速道路には上下線の離隔が小さい橋梁も多く、このため、今後の大規模更新工事の狭小な施工箇所において、本稿での検討内容が参考になれば幸いである。

参考文献

- 1)NEXCO：設計要領第二集橋梁保全編，令和 5 年 10 月
- 2)佐藤竣介，亀山和弘他：狭隘部で部材の混在する現場施工のための BIM/CIM 表現，令和 4 年度土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会
- 3)富本啓介，富田智，市村康，齋藤めぐみ他：メタパースを活用した漁港施設点検技術者研修，令和 5 年度土木学会全国大会第 78 回年次学術講演会