

—国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所—

[シリーズ No.4]

DX・i-Construction
建設技術展示館

橋梁リニューアル統合管理システム 「OBRIS」の開発

株式会社大林組 土木本部 大規模更新プロジェクト室

ひぐれ かずまさ みたむら けんじ
日暮 一正, 三田村 健二

1. はじめに

国内の主要な高速道路は供用開始から 50 年以上を経た現在、老朽化とともに長い期間厳しい使用環境に暴露されたことで床版などに変状が顕在化してきており、床版変状部の部分的な補修の繰り返しのみでは十分に対応できないため、抜本的な大規模更新が必要となっている（写真－1）。限られた工期の中でいかに交通量を確保しながら設計・施工を進めていくかが重要となる。

今回、床版取替工事における全体工程の短縮および品質向上に向けて、調査・設計、床版製作、施工における各フェーズの統合管理システムを開発した。

本稿では、その開発システムの概要および各現場にて適用した内容について報告する。



写真－1 床版取替工事の事例

2. 橋梁リニューアル統合管理システム概要

開発した橋梁リニューアル統合管理システム OBRIS (Obayashi Bridge Renewal Integrated System) は、床版取替工事におけるプロセスを「調査・設計 (Design)」、「床版製作 (Production)」、「施工 (Construction)」の三つの統合システムにカテゴライズした（表－1）。

表－1 OBRIS 全体概要

橋梁リニューアル統合管理システム OBRIS (Obayashi Bridge Renewal Integrated System)	
OBRIS-D (Design) 調査・設計統合システム	・ 3D 測量から得られたデータを自動で CIM 化 ・ 設計時に反映すべき情報を入力して一元管理 ・ 自動割付機能により設計を最適化
OBRIS-P (Production) 製作統合システム	・ PCa 部材製作時の品質記録を一元管理 ・ 製作監視機能と品質管理データにより品質低下を防止 ・ 部材の製作出来形を反映した出来形シミュレーションにより施工時の不具合発生を防止
OBRIS-C (Construction) 施工統合システム	・ 「設置座標データ一覧」を活用して設置作業を効率化 ・ 設置誤差を反映した修正シミュレーションを行い、設置座標データを日々修正して、翌日以降の施工に活用する ・ 出来形や現場品質管理データを確認、記録する

また、OBRIS の三つのシステムは、設計や施工に関するデジタルデータおよび3次元モデルを次のシステムに引き継いで一貫通貫で利用することを可能としたことで、データの生成過程において、重複作業をなくして生産性を向上させるとともに、設計・施工における不具合の未然防止・品質の向上に寄与することを目的としたシステム体系である。

(1) 調査・設計統合システム (OBRIS-D)

既設橋梁の現況を3次元レーザースキャナやUAV (図-1) にて点群データを取得し、既設鋼桁の3次元モデルを精緻に作成する (図-2)。また床版および鋼桁の線形データをもとに、新設床版、壁高欄、既設床版割付けを自動処理可能な「床版割付けBIM/CIM システム」を用いて床版の設計を行う。

従来、割付け図の作成は、CAD オペレータが手作業で主構造との取り合いを確認しながら、形状パターン数が最小となる割付けとなるよう、トライアンドエラーを繰り返して作成するために多大な時間を要していた。この従来作業を今回の開発システムにより自動化した。

(2) 床版製作統合システム (OBRIS-P)

決定した割付けプランの設計データをもとに床版製作用の形状寸法を自動計算し、製作図 (3次元モデル) を作成する。遠隔で床版製作の作業状況を見ながら品質記録データを確認するなど、製作工程を監視・指導することで所定の品質を確保する (図-3)。

製作済みのプレキャスト床版を3次元レーザースキャナで計測し (写真-2)、解析ソフトウェアで設計時の3次元モデルと比較しヒートマップ表示させて合否判定を行う (図-4)。床版出来形の誤差をパソコン上で事前にシミュレーションすることで、現地設置時の誤差を早期に確認し対策することを可能とした。



図-1 撮影に使用した UAV

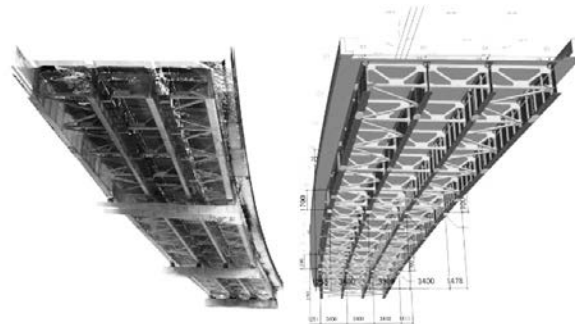


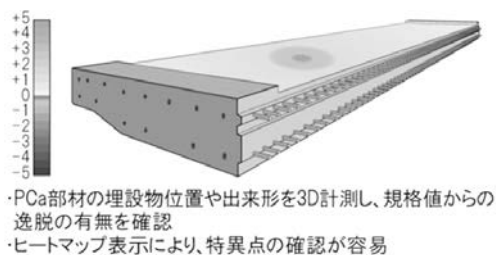
図-2 点群データから CIM モデル作成



図-3 製作監視機能



写真-2 製作した床版の計測状況



部材の出来形誤差を出来形シミュレーションに反映

図-4 3次元モデルによるヒートマップ表示

(3) 施工統合システム (OBRIS-C)

現地設置時のシミュレーション結果の目標座標データと施工済み床版の出来形座標データを重ね合わせ、バーチャルとリアルデータを日々照合しながら施工管理に反映させることを可能とした(図-5)。また、日々の進捗をBIM/CIMクラウドに属性情報として反映させることで、進捗確認と翌日以降の作業打合せをインターネット上で実施することが容易となり、手戻りのない確実な工程の進捗管理に貢献できる。

3. 現場への適用

本システムは、施工中の床版取替工事の現場で検証を行った。なお、検証にあたっては、工期の関係から、今回は現在施工中の現場へシステムごとに適用を行った内容について報告する。

(1) 調査・設計統合システム (OBRIS-D)

① UAVを用いた現況測量

既設橋の計測においては、従来であれば、橋面上部では交通規制後によるスキャナでの計測、橋面下部では足場を設置した後、鋼製のスケールで各所を確認、計測するのが一般的であるが、当該システムを用いた方法によると、足場を建設する前にUAVを用いた計測が可能となり、交通を止めることなく橋面上部・下部の正確な計測が可能となった(図-6)。

図-7は、既設橋1径間約65m程度の橋梁下面、上下線往復合計約130mを1日8時間以内にスキャナを用いて計測した図である。計測当日は橋梁上面の交通規制を行うことなく実施できた。実際に計測したデータと各所比較し、 $\pm 5\text{mm}$ 以内の精度であった。

点群データ取得後、CIMモデル作成と同時に設計部門にデータ供与可能となることから、施工直前での主桁寸法(特に上フランジの幅と高さ)が正確に伝わり、詳細設計の二度手間を防ぐことができた。さらに、隔々まで点群データを取得することで、付設物に関しての情報を入手できるこ

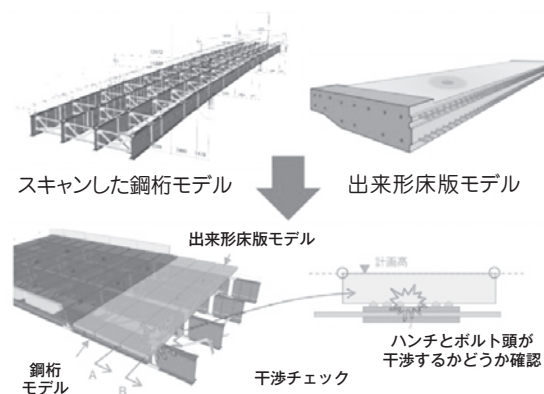


図-5 3次元モデルを用いた干渉チェック

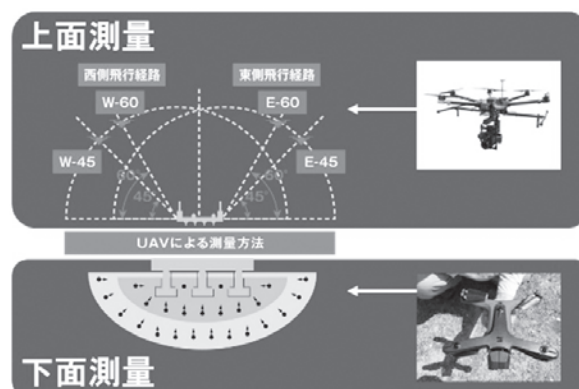


図-6 橋梁上下面をUAVにて計測



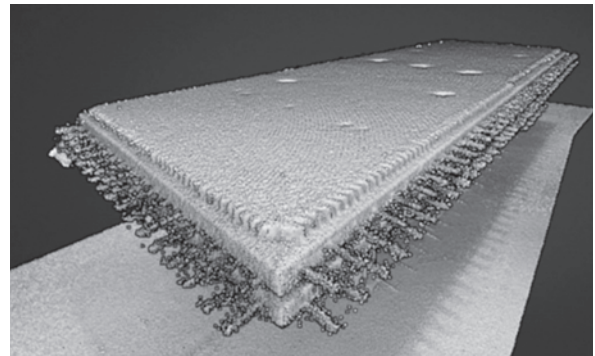
図-7 既設橋梁計測点群データ

とから、既設床版切断時に避けてカットラインを引くことができるなどのメリットも享受できた。また、現場と設計部門間においては専用のクラウドサービスにてデータ共有が可能のため、常に最新のデータに関する情報を得ることができた。

② 床版割付けBIM/CIMシステム

本システムを用いて、床版割付けにおける従来作業との比較を行ったところ、1ケースあたりに

要する工数が、約1日（8時間）から30分程度となった。また、壁高欄についても自動で配置が可能であることから、壁高欄自動配置システムを用いることで、1ケース約16時間の工数がわずか1時間で作成できた（図－8、9）。さらに、断面部分におけるハンチ厚の自動設計機能を用いることで、床版1枚あたりに1時間程度要していた設計、CAD製作作業を5分程度で終えた。本システムを業務に適用することで、設計工数が大幅に短縮されたことを確認できた。



図－10 新設床版出来形計測状況

(2) 床版製作統合システム（OBRIS-P）

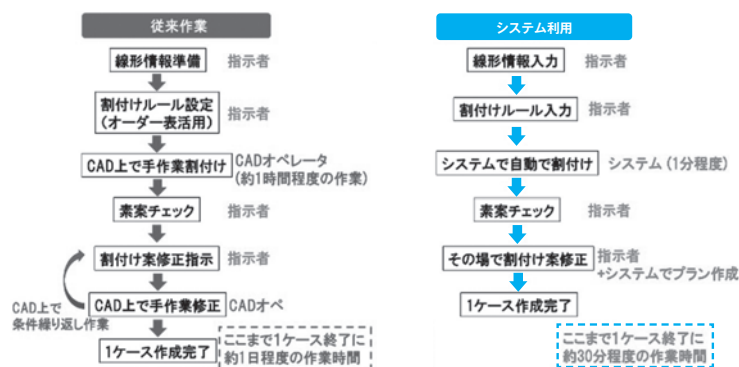
床版製作工場の連携については、プレキャスト工場における計測手法により、全ての設計、製作工程でデジタル化できないケースも確認された。特にスキャナの精度や撮影モード、撮影位置や構台の高さによってはデータの欠損を伴うため、さまざまなケースを考慮して撮影を行い、3次元点群データ化を行った。

図－10は、構台高さ1.2m、市販レーザース

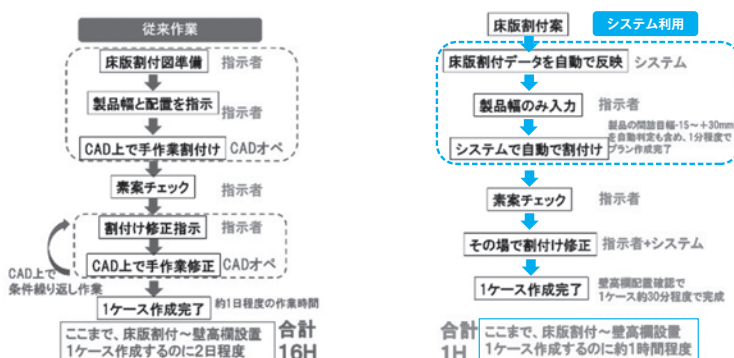
キャナを用いて High Mode の設定で新設床版を6箇所から計測して得られた点群データ図である。鋼尺との実寸精度も $\pm 2\text{mm}$ 以内であり、正確な3次元形状を取得することができた。

(3) 施工統合システム（OBRIS-C）

施工においては、工場で製作された床版の出来形計測データを現場ヘクラウドを通じて施工前に情報共有できたことで、設計とは若干異なる床版の出来形誤差を考慮した設置方法について、現場



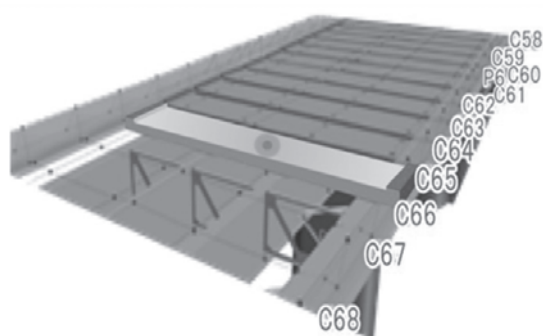
図－8 床版割付け業務フロー



図－9 壁高欄割付け業務フロー



図－11 クラウド上での一覧表示



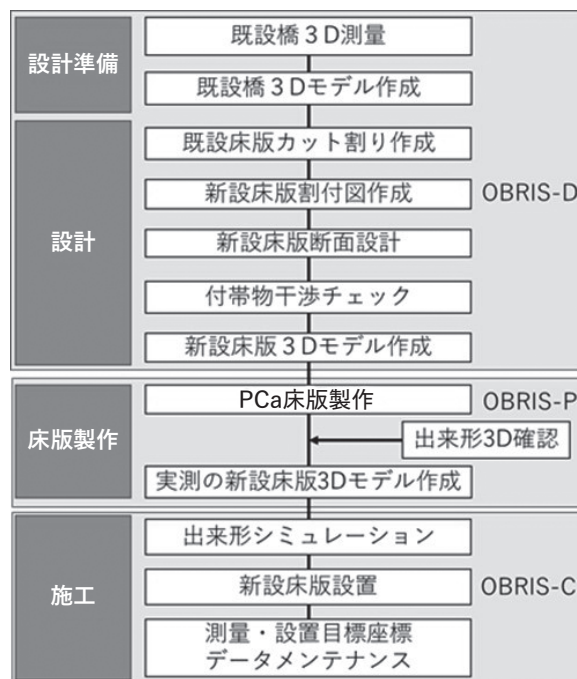
図－12 床版設置位置確認

にて事前に確認、検討することが可能となった。これにより、床版設置における四隅の目標設置座標を検討することが可能となり、現場の設置に掛かるタイムロスや施工箇所全体の上質な線形確保がクラウド上で可能となった（図－11、12）。

一方、床版設置に要する計画値と日々のデータ入力との連携により作業効率が向上したが、現場にて日々発生するデータのメンテナンス要員確保、システム利用に関する教育の必要性など、今回開発したシステムの運用に向けた課題も確認できた。

4. おわりに

今回開発したシステムは、現地調査としての点



図－13 OBRIS を用いた業務フロー遷移図

群データ取得から BIM/CIM データ作成、既設桁と新設床版の調整、床版製作、施工時での利用、測量やメンテナンスデータ保管など、全ての工程においてデジタルデータと 3 次元モデルの活用が可能なフローを目指した（図－13）。

BIM/CIM データが設計時のみの活用にとどまらず、床版製作、出来形管理、施工シミュレーションなどさまざまなフェーズに連携できることは、今後の DX を中心とした業務改善活動において重要となる。一方で開発システムが現場にとって属人化しないように、誰にでも使いやすいインターフェースとするなどの工夫も必要である。

これまでの 2 次元図面を中心とした熟練技術者のノウハウによる設計・施工の作業フローから BIM/CIM を活用したデジタルデータで DX を実現し、高速道路の大規模更新事業の生産性・品質向上に取り組んでいく所存である。