

# 床版・橋面工CIMシステム（CIM-SLAB）の開発（その2）

## Development of CIM System for Floor Slab/Bridge Surface Work (CIM-SLAB) (2)



神野 夢希\*<sup>1</sup>  
Yumeki KAMINO



吉元 大介\*<sup>2</sup>  
Daisuke YOSHIMOTO



飯野 元\*<sup>3</sup>  
Hajime IINO



竹内 颯\*<sup>4</sup>  
Soh TAKEUCHI

### 要 旨

CIM-SLABは設計業務の効率化を目的とした床版・橋面工のCIMモデルを作成するシステムである。開発計画は2段階とし、まずはSTEP-1として壁高欄に対応した「壁高欄CIMシステム」を完成させ宮地技報No34に掲載した。引き続き、STEP-2として床版に対応した開発を行った。本書では2022年度に完成したSTEP-2の「床版CIMシステム」を中心に、CIM-SLABの全体概要と実橋での検証結果などを交え、概説する。

キーワード：i-Construction, BIM/CIM, 3次元モデル, 建設DX, 生産性向上, システム開発, 技術継承

### 1. はじめに

近年の鋼上部工工事は鋼桁とコンクリート系床版がセットで発注されることが多く、床版、壁高欄の配筋等の2次元図面や3次元モデルの作成など、設計照査には多くの時間や手間を要している。そこで、国土交通省が推奨するBIM/CIMモデルを活用して、設計業務プロセス全体を見直すことにより設計業務の効率化を目指した「床版・橋面工CIMシステム CIM-SLAB」を開発することにした。開発計画は次の2段階とし、まずは、道路橋には必然としてある壁高欄に対応した「壁高欄CIMシステム（STEP-1）」を開発し、その後、RC床版および場所打ちPC床版に対応した「床版CIMシステム（STEP-2）」として進めることにした。既にSTEP-1の「壁高欄CIMシステム」については開発が完了しており、「床版・橋面工CIMシステム（CIM-SLAB）の開発（その1）」<sup>2)</sup>に掲載している。

本書ではSTEP-1の壁高欄対応に引き続き、STEP-2として、床版に対応した「床版CIMシステム」を中心に、CIM-SLABの全体概要と実橋での検証結果などを交え、概説する。

### 2. CIM-SLABの開発計画

当社では10年前からBIM/CIMに関連したシステム開

発を行い段階的に業務の効率化を図ってきた。全体開発計画のCIM-SLABの位置付けを表-1に、開発コンセプトを表-2に示す。開発計画の詳細については「床版・橋面工CIMシステム（CIM-SLAB）の開発（その1）」<sup>2)</sup>を参照されたい。

表-1 CIMシステム開発構想

第1弾	Click3D (2014年完成)	汎用型CIMシステム
第2弾	CIM-GIRDER (2020年完成)	桁橋専用CIMシステム
第3弾	CIM-SLAB (2022年完成)	床版・橋面工専用CIMシステム STEP1 壁高欄 STEP2 床版

表-2 開発コンセプト

① CIMモデルによる設計業務プロセスの変革
② 設計業務の効率化
③ アノテーション機能による技術継承

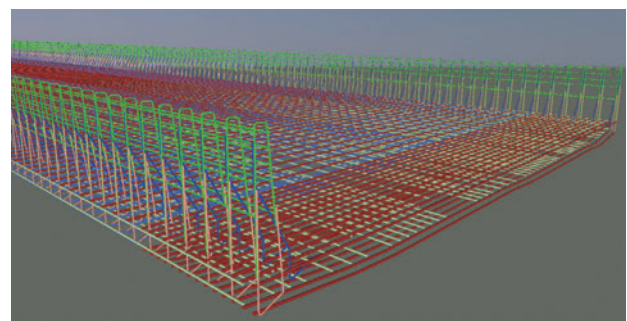


図-1 CIM-SLABで作成したCIMモデル

\*<sup>1</sup> 技術・開発本部 研究開発部 研究開発グループ

\*<sup>2</sup> 技術・開発本部 本部長

\*<sup>3</sup> 技術・開発本部 設計・開発部 設計・開発第2グループグループリーダー

\*<sup>4</sup> 技術・開発本部 研究開発部 研究開発グループ 副主任

### 3. 床版CIMシステムの開発

床版CIMシステムのシステムフローを図-2に示す。

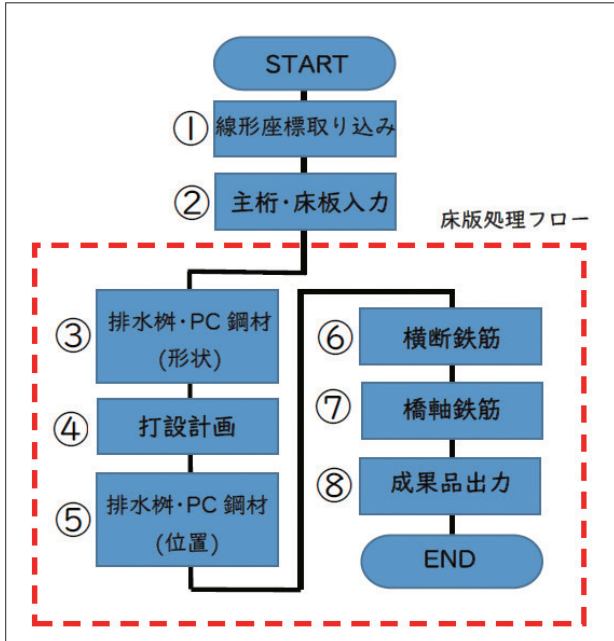


図-2 床版工CIMシステムの作業手順

#### ①線形座標の取り込み

基本情報となる道路線形データを線形図またはExcel座標値から取り込む。

#### ②主桁・床版の入力

次に床版・壁高欄の外形を決めるための情報を入力する。なお、NEXCOタイプについては初期値を設定し、当該橋梁工事ごとに変更することで効率的に入力が行えるようにした。ここまでは壁高欄・床版CIMシステムとも共通する入力項目である。

#### ③排水桝・PC鋼材の形状

##### 1) 排水桝

排水桝の形状に関する情報（排水管径、排水桝位置、幅、長さ、厚さ）を入力する。入力した情報は瞬時に画面上的のチェック図に反映されるようにした。

##### 2) PC鋼材

PC鋼材に関する情報を入力する。入力する項目は図-3のとおりである。PC鋼材の形状やサイズは予め複数のタイプ登録することが可能であり、PC鋼材配置後からでも登録した別のタイプに変更することが可能である。

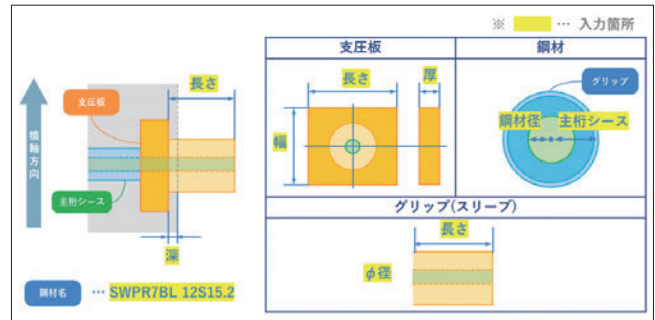


図-3 PC鋼材形状 入力項目

#### ④床版コンクリートの打設計画

打設計画では打設区間の施工距離やPC鋼材配置の基準となるラインの設定、施工ステップ数などの入力を行う。なお、PC鋼材配置には自動配置する機能があり、打設区間ごとの自動配置が可能である。

#### ⑤排水桝・PC鋼材の配置

##### 1) 排水桝

排水桝の配置では基準となるラインを選択し、各点横断からの単距離を入力する。また、既に登録済の形状データからタイプを選択し排水桝の配置を行う。

##### 2) PC鋼材

PC鋼材の配置では、打設区間ごとに自動配置機能を使って配置を決めた後、PC鋼材1本ごと、あるいは全体を選択し、移動等の編集を行なうことが可能である。また、近傍判定値を設定することで、PC鋼材と排水桝との干渉や近接チェックも可能である。入力が完了すると出力結果として、2次元図面に加え3次元モデルでの確認が可能である。出力例としてPC鋼材を自動配置した結果を図-4に示す。

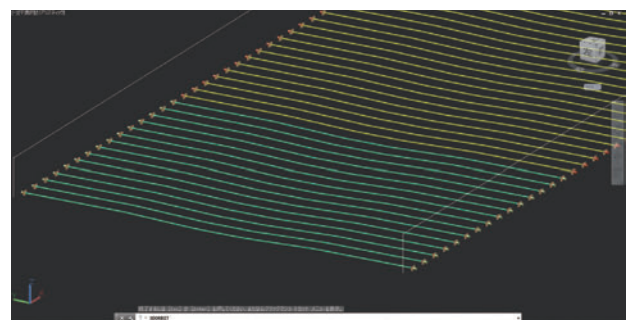


図-4 PC鋼材配置チェック図

#### ⑥横断鉄筋（橋軸直角方向の鉄筋）

##### 1) 断面データの作成

横断鉄筋は断面データを作成することから始める。床版の外形から2つ線分を選択して、横断鉄筋の頂点

を作成する。なお、床版の外形からの作成が難しい場合には、手入力で追加ラインを作成する。頂点を結ぶ順番を指定することで鉄筋の大まかな形状を決定する。入力を行う番号と断面の位置の関係は、画面上に表示されるチェック図を確認しながら行う。(図-5)この際、属性追加で「ハンチ筋」や「ベント筋」にチェックを入れることで、鉄筋モデルの作成時に属性を持たせることが可能である。

その後、作成した鉄筋の端部長さと径を指定し、断面ごとに配置する鉄筋の組合せデータを作成する。

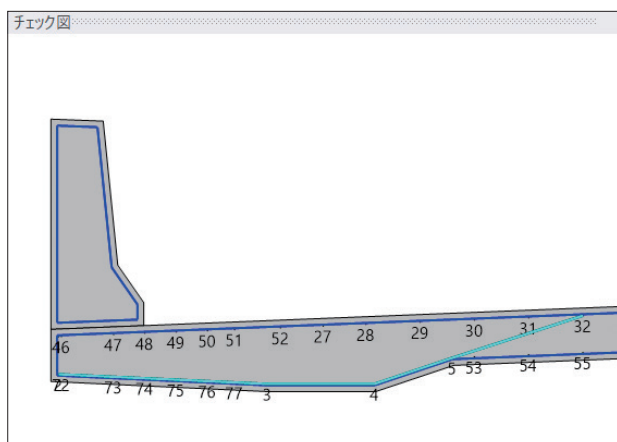


図-5 横断鉄筋作成画面 (入力部)

### 2) 鉄筋の位置を指定

鉄筋の位置は、断面データをもとに鉄筋が側面から見てどの位置にあるかを指定する。なお、ベント筋は各鉄筋の midpoint に配置される。(図-6)

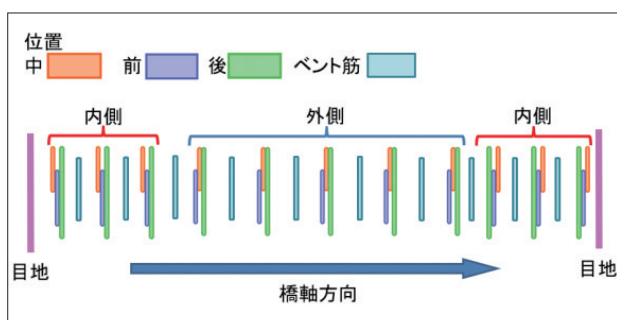


図-6 鉄筋位置 (例)

### 3) 自動配筋設定

打設区間に応じた自動配筋設定が可能である。この自動配筋機能は、設計計算で取り扱う一般的な鉄筋径や材質、鉄筋配置が初期値として登録されており、その登録リスト (自動配筋リスト) から最適なタイプを選択することで、鉄筋の属性を含めた配筋が効率的に

行うことができる。

### ⑦ 橋軸鉄筋 (橋軸方向の鉄筋)

#### 1) 断面データの作成

橋軸鉄筋は横断鉄筋と同様に断面データを作成することから始める。鉄筋の径や配置が変化する横断をそれぞれ選択し断面データとして登録する。断面データは2~100個まで登録可能である。

#### 2) 鉄筋の位置を指定

横断鉄筋の「ライン追加」と同じ要領で断面ピッチを作成する。次に横断鉄筋と断面ピッチの交点計算を行い橋軸鉄筋の位置を指定する。鉄筋位置の微調整が必要な場合には、かぶり調整機能を使い調整する。(図-7)

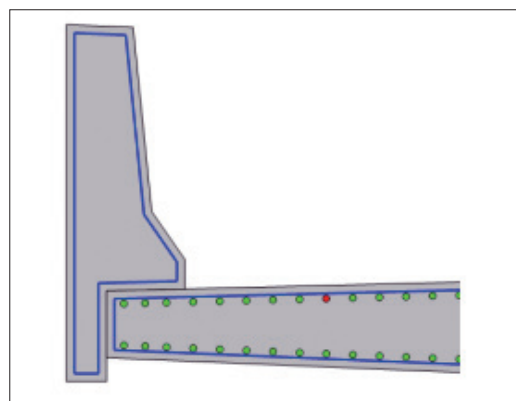


図-7 橋軸鉄筋作成画面 (入力部)

#### 3) 自動配筋設定

橋軸鉄筋の自動配筋機能では、打設区間に応じた橋軸方向鉄筋の配筋データを自動作成する。入力条件として、標準の鉄筋長さ (12m) や最小の鉄筋長さ (4m)、鉄筋のラップ長等を指定する。この条件をもとに自動計算を行い、橋軸鉄筋のデータを作成する。

### ⑧ 成果品出力

システム出力項目としては、前出のチェック図のほか、CIMモデル (図-8) や鉄筋加工図 (図-9)、各種の数量算出がある。

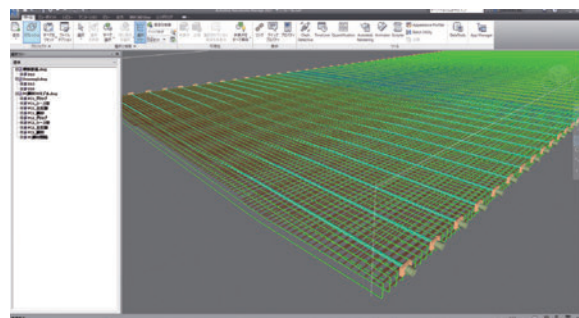


図-8 床板のCIMモデル (出力部)

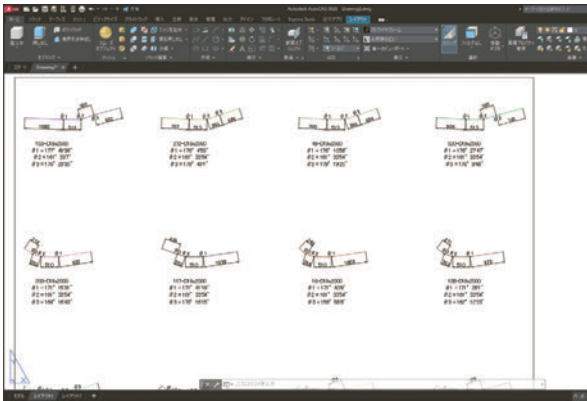


図-9 床版の鉄筋加工図（出力部）

#### 4. 実橋による検証

##### (1) 当該橋梁の概要

本システムの一連の機能をチェックするため実工事で検証を行った。該当橋梁は橋長154m、RC床版を有する4径間連続3主桁橋（図-10）である。なお、本工事は設計付きの到来図工事である。現在のCIM-SLABのバージョンは、自動配筋の機能などにより詳細設計に特化しているため、今回は自動配筋した位置が到来図と異なっている場合には正しい配筋に修正する必要がある。

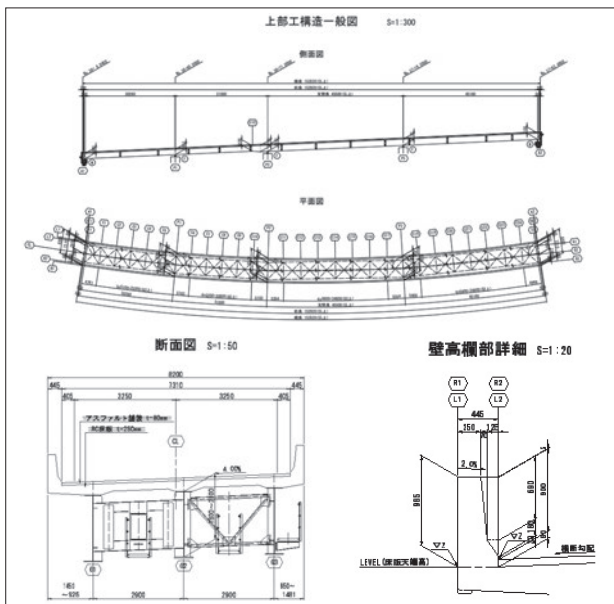


図-10 上部構造一般図と断面図

##### (2) 壁高欄CIMモデルの作成

発注図面から入力情報を読み取り、壁高欄CIMモデルを作成した。本橋の壁高欄には、照明柱やハンドホールが設置されないことや、配筋が標準的であり、自動配筋

からの修正が少なかったことで効率的に作業が完了した。完成した壁高欄のCIMモデルを図-11に示す。

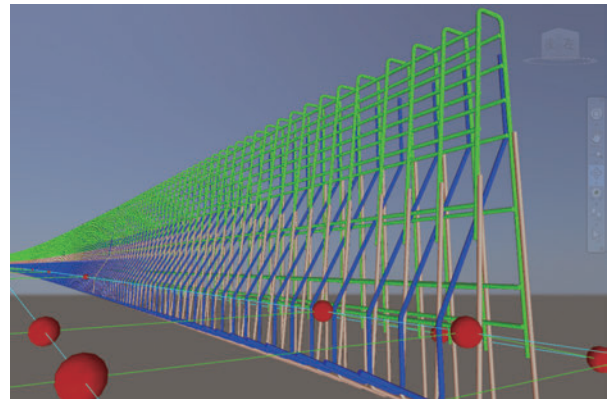


図-11 CIM-SLABで作成した壁高欄のCIMモデル

##### (2) 床版CIMモデルの作成

壁高欄と同様に、発注図面から入力情報を読み取り、3項の作業手順に従ってCIMモデルを作成した。本橋はRC床版のため、PC鋼材の入力部を省力出来たが、今回は到来図工事で自動配筋から到来図通りの配筋に修正する箇所が多かったため、編集作業に時間を費やしたこともあり、壁高欄部と比較して時間を要した。完成した床版のCIMモデルを図-13に示す。

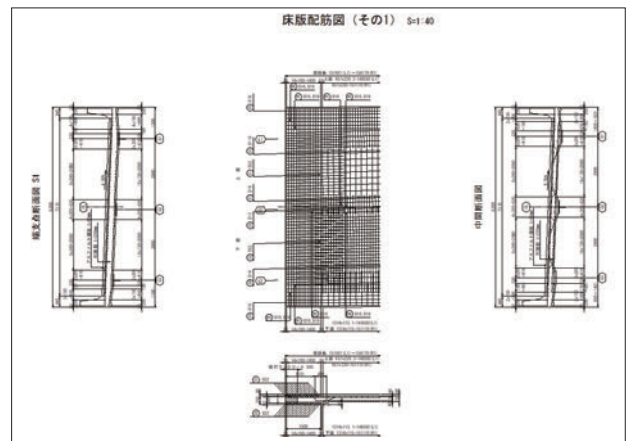


図-12 床版配筋図（発注図）

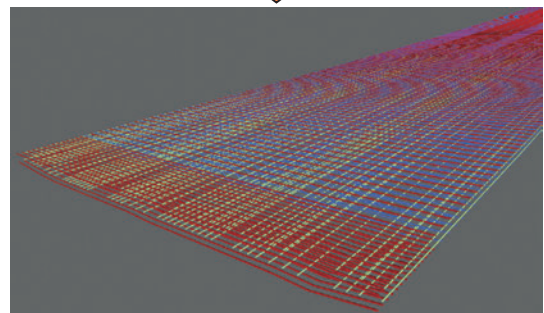


図-13 CIM-SLABで作成した床版のCIMモデル

### (3) 橋梁全体のCIMモデル

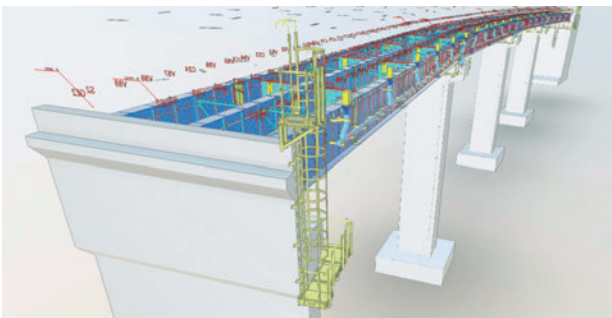
CIM-SLABで作成した壁高欄CIMモデルおよび床版工CIMモデルに、既存の自社開発システムであるClick3DやCIM-GIRDERで作成した上部工や下部工のCIMモデルを合成することにより、図-14の橋梁全体のCIMモデルを完成させた。図-13 (a) から図-14 (d) まで説明を以下に記す。

図-13 (a) はClick3Dで作成した橋台や橋脚、支承部分、梯子、排水装置、下部工および上部工検査路の3次元モデルである。

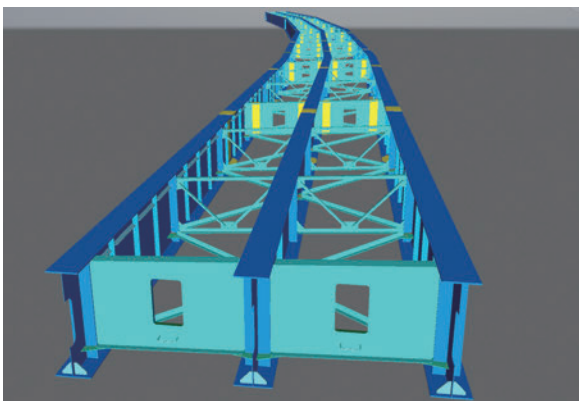
図-14 (b) はCIM-GIRDERで作成した鈹桁や横構、横桁などの上部工のCIMモデルである。

図-14 (c) はCIM-SLABで作成した床版、橋面工および壁高欄鉄筋、床版の鉄筋のCIMモデルである。

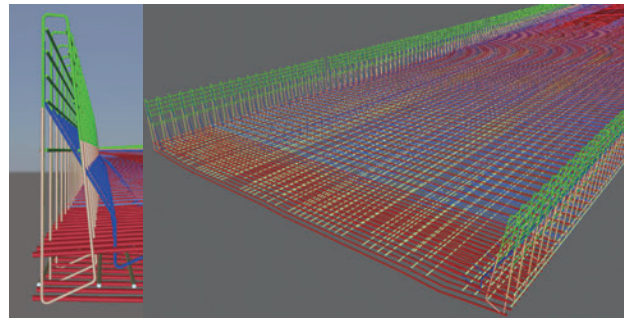
図-14 (d) は図-14 (a) から図-14 (c) の3次元モデルを市販ソフトで一体化したモデルである。



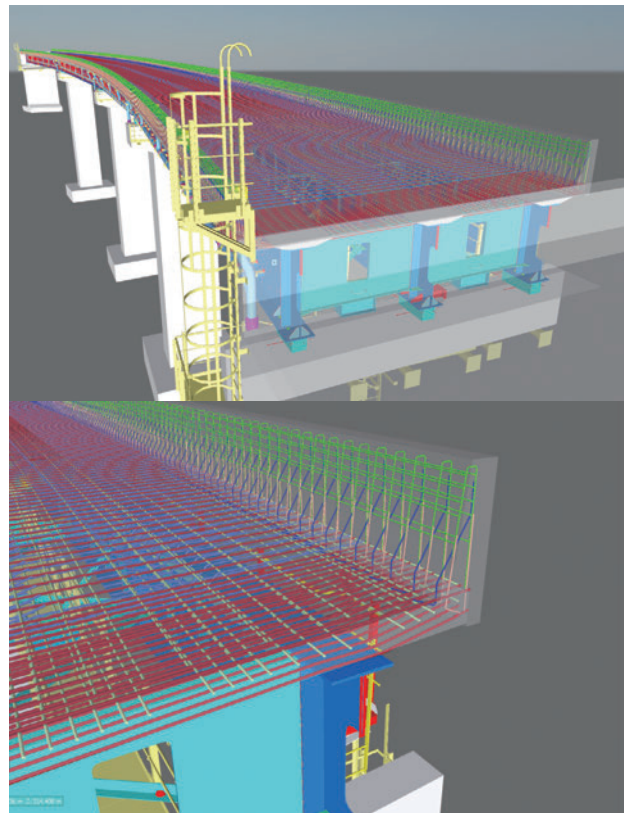
(a) Click3Dで作成した3次元モデル



(b) CIM-GIRDERで作成したCIMモデル



(c) CIM-SLABで作成したCIMモデル



(d) (a)~(c) を一体化したCIMモデル

図-14 完成系CIMモデル

### (4) 検証結果

前回 (STEP-1) までの検証により、入力情報が結果として3次元で可視化されるため、手戻りが少ないことやCIMモデルによる干渉チェックが可能であること、出力属性付与 (色) により径・材質・員数のチェックが容易であることなどが判明した。

今回 (STEP-2) の実橋検証では、自動作成機能を使えば、条件変更による2次元図面の修正作業がシステム上で容易に出来ることが判明した。なお、前回からGUIおよび仕様の大幅なアップデートを行い、より多くの鉄筋形状に対応するなど詳細設計に特化したシステムとな

っている。そのため、到来図をトレースする際には、自動配筋した結果と到来図に差異が生じた場合、配筋の修正作業に時間を費やすことが分かった。しかしながら、到来図工事においても、鉄筋加工図の照査が容易になることや鉄筋数量（材料手配等で使用）の照査の簡略化などの多くのメリットがあることも分かった。

CIM-SLABのシステム全体が完成したことにより、3次元上で壁高欄と床版鉄筋との取り合いなど、床版・橋面工全体の照査が可能となり、CIMモデルの特性を活かした業務の効率化が期待できる。

## 5. おわりに

本稿ではCIM-SLAB全体構想のうち、2022年度に完成したSTEP-2の「床版CIMシステム」を中心に述べてきた。

実橋による検証を通じて、標準的な床版形式や壁高欄タイプに対しては効果が検証できた一方で、複雑な道路線形をもつ床版や壁高欄、あるいは特殊な床版形式や新しいタイプの壁高欄への対応などの課題も判明した。今後は、既に完成しているSTEP-1の「壁高欄CIMシステム」と一体化した「床版・橋面工CIMシステム（CIM-

SLAB）」として運用していくことになる。実務運用を進めていく中で新たな機能向上も必要になってきており、引き続き、若手とベテランの混成開発チームで進めているところである。そしてCIM-SLABが将来、ベテランが持つ経験的な知見と若手技術者の新しい発想とがミックスした新しい「設計の基幹システム」になることを夢見て今後も改善を継続していきたいと考えている。

最後に本システムの開発にあたり、共同開発会社であるエム・エムブリッジ株式会社及びオフィスケイワン株式会社の開発チームの皆様へ深く感謝し、紙面を借りて心よりお礼申し上げます。

## <参考文献>

- 1) 吉元大介, 中垣内龍二, : i-Constructionの紹介, 宮地技報No.30,pp.92-98,2017.05.
- 2) 神野夢希, 吉元大介, 飯野元, 竹内颯, : 床版・橋面工CIMシステム (CIM-SLAB) の開発 (その1), 宮地技報No.34
- 3) 国土交通省近畿地方整備局: 設計便覧 第3編 道路編 第6章 橋梁上部工

2024.01.26 受付