

施工段階におけるCIMの効果的な活用について

極東興和(株) ○児島 大輔
 極東興和(株) 前田 剛
 極東興和(株) 稲田 千鶴
 極東興和(株) 正会員 西村 一紀

キーワード：CIM, 施工シミュレーション, 合意形成

1. はじめに

平成24年度より、国土交通省では建設生産システムの生産性向上を目的として、CIMの導入が推進されている。東海環状東深瀬1号高架橋では、工事の施工段階において現場業務の効率化および高度化を図ることを目的にCIMを試行し、その効果について検証を行った。具体的には、3次元モデルを用いた施工シミュレーションを実施して架設計画や安全対策、地元協議に活用したほか、品質管理記録を構造物モデルに付与し、施工情報を一元管理した。本稿ではこれらの試行内容とその効果および今後の課題について述べる。

2. 工事概要

表-1に工事概要、図-1に架設計画図、図-2にCIMモデルを示す。主桁は、架設桁架設工法によりA1側からA2側に架設するが、P3-A2間に市道が存在し、地元説明会を開催し通行止めの理解を得る必要があること、A1側背面の架設ヤードと工事用道路が交錯するなどの問題があり、これらに対して3次元モデルを活用することとした。

表-1 工事概要

| | | | |
|------|---------------------------|------|-------------------------|
| 工事名 | 平成29年度 東海環状東深瀬1号高架橋PC上部工事 | | |
| 発注者 | 国土交通省 中部地方整備局 岐阜国道事務所 | | |
| 構造形式 | PC4径間連結コンボ橋 | | |
| 橋長 | 135.0 m | 支間長 | 33.500+2x34.000+33.500m |
| 有効幅員 | 10.750 m | 架設方法 | 架設桁架設工法 |

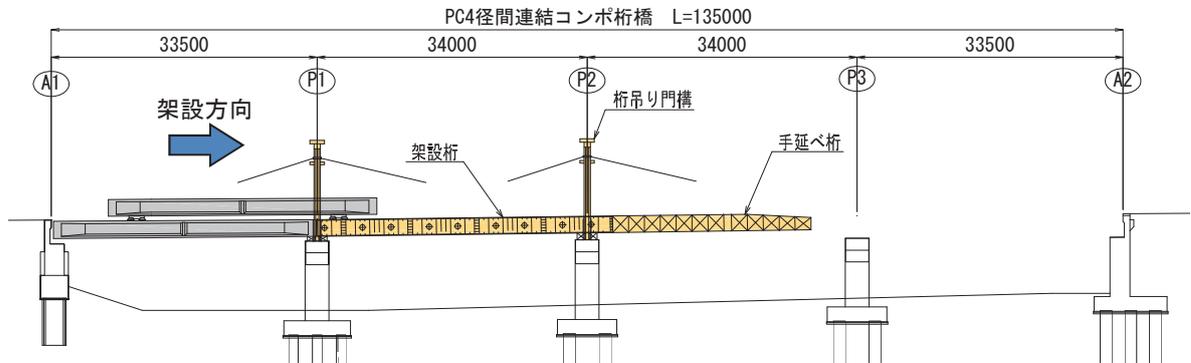


図-1 架設計画図

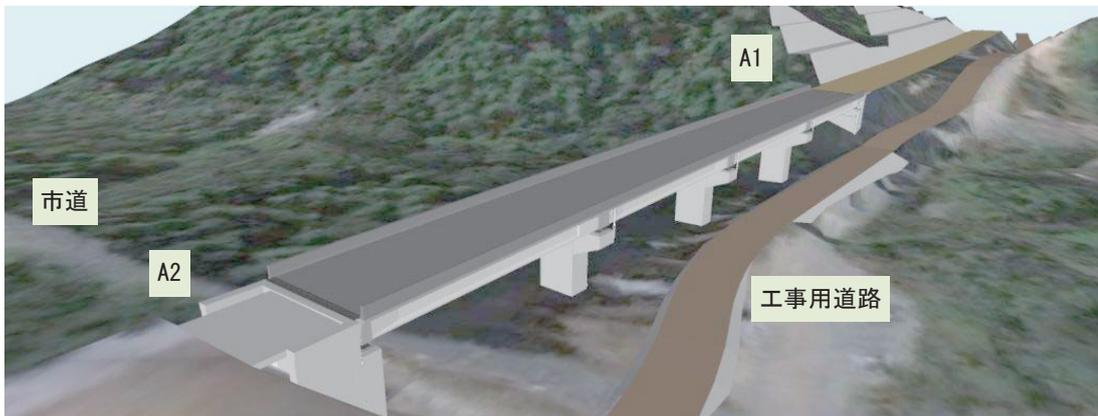


図-2 CIMモデル

3. 施工段階におけるCIMモデルの活用

3.1 CIMモデルの活用計画

CIMモデルの活用方法は、下記のとおり計画した(表-2)。施工計画、安全管理、関係協議においては、3次元モデルを用いた施工シミュレーションの実施により、作業の最適化や安全教育の向上、関係者との迅速な合意形成を図ることとした。品質管理においては、維持管理の効率化を目的に、構造物モデルに施工時の品質記録を属性として付与させることとした。

表-2 CIMモデルの活用計画

| | 活 用 方 法 | 期待する効果 |
|------|--------------------------------|----------|
| 施工計画 | 施工シミュレーションによる重機配置や仮設物の干渉などの検討 | 作業の最適化 |
| 安全管理 | 施工シミュレーションを活用した安全教育 | 安全教育の向上 |
| 関係協議 | 施工シミュレーションを活用した施工計画の説明 | 迅速な合意形成 |
| 品質管理 | 施工記録情報(コンクリート打設記録, 緊張管理記録)の一元化 | 維持管理の効率化 |

3.2 施工シミュレーションの実施

工事の進捗過程を示すことを目的に、3次元モデルに時間軸を与えた施工シミュレーションを実施した(図-3)。本工事のような架設桁と桁吊り門構を併用した架設桁架設工法では、架設機材の移動に伴って作業が煩雑になるため、架設機材や使用する重機をモデル化して動きを与えることで、架設計画を俯瞰的に可視化できるものにした。

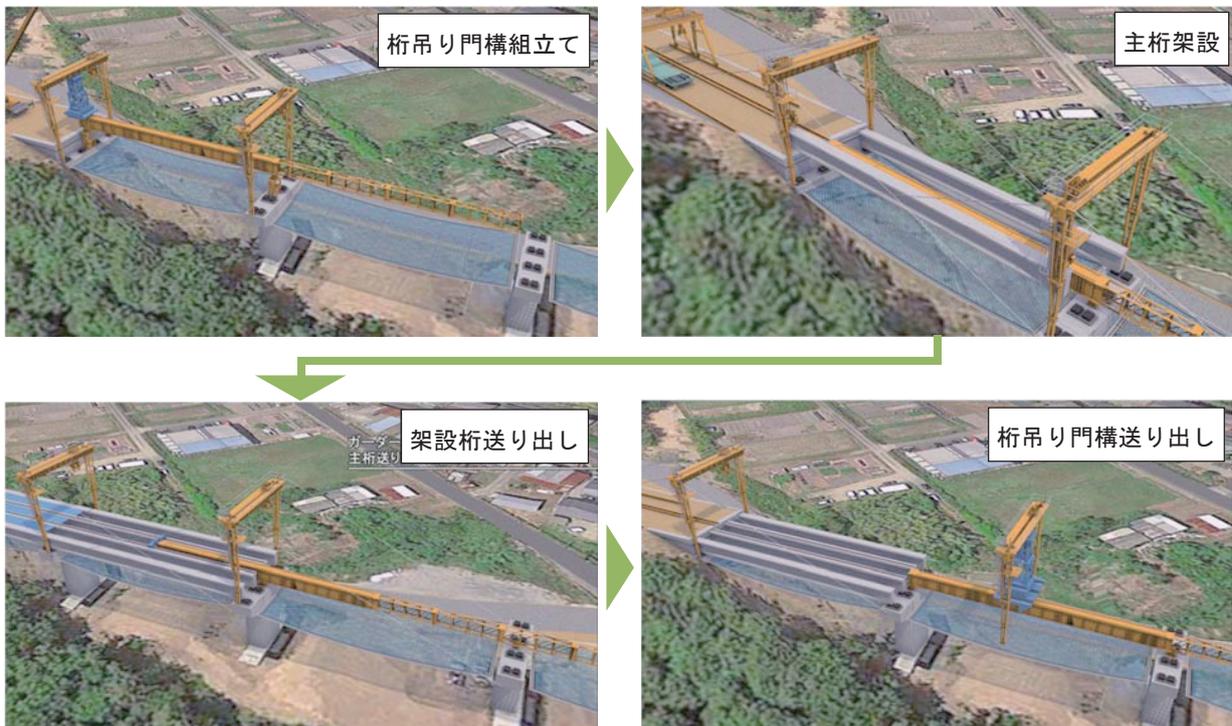


図-3 施工シミュレーション

3.3 CIMモデルの活用

(1) 施工計画

施工シミュレーションにより、使用する重機配置と工事用道路や仮設物の干渉、安全性や作業性を考慮した作業手順などについて検証を行った(図-4, 5)。この結果を踏まえ、外桁と桁吊り門構脚との干渉に対する構造変更、架設桁の据付け位置をG3桁からG2-G3桁間に変更、P3-A2間の桁吊り門構の移動を、門構移動台車からトラッククレーンに変更するなどの施工計画の見直し、および施工シミュレーションの修正を重ねた。従来の2次元図面による施工計画に比べて、施工シミュレーションの実施には時間を要したが、上述した検証事項を施工ステップの各場面で正確に把握し、問題点を事前に改善することができた。このような施工計画の最適化により、計画不足による手戻りを未然に防ぐことができたほか、作業手順を緻密に把握することで、工程の遅延を防止することができた。



図-4 使用重機の配置検討



図-5 仮設物の干渉検討

(2) 安全管理

安全教育において、施工シミュレーションを実施し、作業手順を周知徹底した。架設作業は、段取りや使用機材などが協力業者によりさまざまであるが、施工シミュレーションを活用することで、各作業員間において施工計画の理解が深まり、作業手順の合意が図れたと考える。このほか、各施工ステップの危険リスクとして、橋台橋脚上への昇降方法、架設桁や桁吊り門構の送り出し時における転倒危険性、桁吊り門構解体時におけるトラッククレーンの配置と作業能力の関係、作業中の人員配置などを、施工シミュレーションを実施して議論した。これらにより、作業の安全性が向上したと考える。

(図-6, 写真-1)。



図-6 架設桁の送り出し



写真-1 安全教育

(3) 関係協議

地元説明会において、工事概要の説明に施工シミュレーションを活用した。これにより、市道への影響、施工内容、作業手順などについて、地域住民への理解が容易になり、円滑な会議の進行が図れたと考える。このほか、社内の施工検討会や発注者の工事検査においても施工シミュレーションを活用した。スムーズな施工内容の理解、合意形成、意思決定などを図ることができたと考える(写真-2)。



写真-2 地元説明会

(4) 品質管理

本工事完成後の維持管理において、必要な施工記録を容易かつ迅速に引き出せるよう、品質記録情報を属性としてCIMモデルへ付与した。橋梁上部工の施工においては、使用資材が多岐にわたるため、今回は維持管理で利用頻度が高いと考えられる、下表に示す項目について付与した(表-3)。

表-3 品質記録情報

| | 部材名 | 種別 | 属性内容 |
|--------|--------------------|---------|-----------------------------------|
| コンクリート | 主桁・横桁 壁高欄 | 受入時品質試験 | スランプ, 空気量, 塩化物含有量 単位水量, 圧縮強度試験 |
| | | ミルシート | セメント, 細骨材, 粗骨材, 混和剤, 混和材 |
| 緊張管理 | 縦締めケーブル 横締めケーブル | 緊張管理 | 1本毎の緊張管理図 グループ管理図 |
| | | ミルシート | PC鋼材試験成績表 |

品質記録は、すべてPDF形式のファイルで整理し、CIMモデルから外部参照できるように関連付けした。縦締めケーブルの緊張管理図をCIMモデルへ付与した例を図-7に示す。

CIMモデルに品質管理や出来形管理などの情報を付与する方法として、CIMモデルに直接記載する方法と、属性情報ファイルをCIMモデルから外部参照する方法の2種類がある。本工事では、専用ソフトを使用し、後者のCIMモデルから外部参照する方法により、各部材に対して属性情報ファイルを関連付けした。



図-7 品質記録の付与

4. おわりに

本工事の施工に際し、CIMモデルを導入した結果、施工シミュレーションによる迅速な合意形成やフロントローディングによる安全性の向上において効果的であったと考える。

施工計画の忠実な再現に対し、施工シミュレーションの作成と修正には多大な時間と労力を要したが、3次元モデルでシミュレーションすることで、2次元図面からは読み取り困難な問題やリスクを的確に抽出できたと考える。

今回は現場業務の効率化に直結するCIMの活用には至らなかったと考えるが、今後の課題として、近年注目されているVR, AI, IoT技術などを利用して現場施工や施工管理の生産性を向上させる技術の試行に取り組みたいと考えている。

参考文献

1) 国土交通省 CIM導入推進委員会「CIM導入ガイドライン(案)」平成29年3月