

C I M試行活用事例の報告

高見 義弘¹

¹近畿地方整備局 滋賀国道事務所 工務課 (〒520-0803 滋賀県大津市竜が丘4番5号)

C I M (Construction Information Modeling) は、公共事業の計画から調査・設計、施工、維持管理、更新に至る一連の過程において、I C T (情報通信技術) を活用し、設計・施工・維持管理等に係る各情報の一元化及び業務改善等により効果・効率の向上を図り、公共事業の安全、品質確保や環境性能の向上、トータルコストの縮減を目的としています。

本報告では、平成24年度(2012)と平成25年度(2013)にC I M試行モデル事業として実施した、2件の業務の内容について報告します。

キーワード C I M, I C T, 3次元C A D, 3次元モデル, 属性情報

1. はじめに

国土交通省における土木分野でのI C Tの活用としては、事業の効率化などをめざして平成8年度(1996)に「建設C A L S整備基本構想」を策定し取り組んできました。

この間、電子納品、情報化施工、情報共有システムなど一定の成果は得られましたが、C A L S / E Cがめざしてきた調査～計画～設計～施工～維持管理まで、一貫した情報化システムは未だ構築されていません。

建築分野では、B I M (Building Information Modeling) 「B I Mとは、コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、材料・部材の仕様・性能、コスト情報等、建物の属性情報を併せもつ建物情報モデル(B I Mモデル)を構築することで、設計から施工、維持管理に至る建築ライフサイクルのあらゆる工程でB I Mモデルを活用することにより、建築生産や維持管理の効率化につなげるもの」が導入されています。

国土交通省では、今後の建設生産システム全般において、建築におけるB I Mの思想とツールを取り入れて、建設分野全般に適用すべくC I M (Construction Information Modeling) の構築と導入を進めることになりました。

C I Mの導入にあたっては、現行制度や要領・基準類の見直しが必要になることから制度の検討を進めることになりました。また、並行して実際の事業の中でその効果について検証する必要がある、C I Mを導入したモデル事業も実施することになりました。

滋賀国道事務所では、平成24年度(2012)にC I M試行モデル事業として溝橋(R C単純インテグラルアバット橋 橋長 14.6m)の構造物外形・配筋の構造物モデル、溝橋を中心にした全体モデルを試行しま

した。引き続き平成25年度(2013)は、地形測量を実施し、そのデータを平成24年度(2012)の全体モデルのデータに入力し地形の精度を向上させる試行を実施しました。また、情報化施工でのC I Mデータの活用を確認するため、溝橋両側の土工モデルのC I M試行も併せて実施しました。

(1) 対象橋梁概要

- ・橋梁名：溝橋
- ・道路規格：第3種第1級 V=60km/hr (暫定時)
- ・橋梁形式：R Cインテグラルアバット構造 橋長：14.600m
- ・有効幅員：10.240m (暫定時)
- ・径間長：14.600m
- ・橋台：2基 (単列場所打ち杭 φ1500)

(2) 橋梁全体一般図

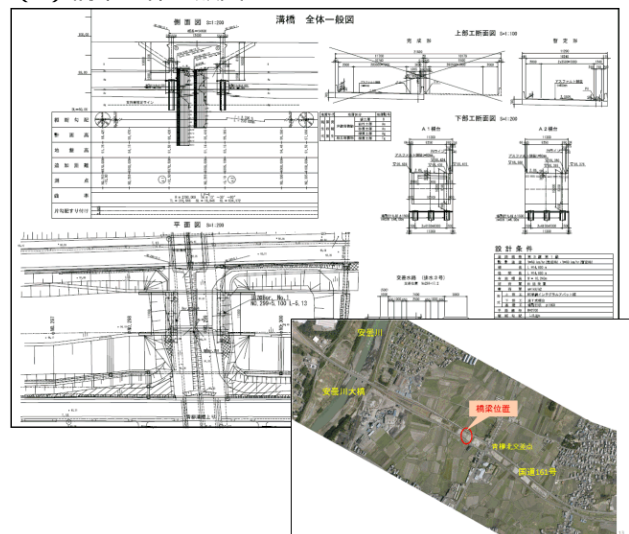


図-1 溝橋の一般図と航空写真

2. C I Mとは

C I Mとは、コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、材料、部材仕様、コスト情報、時間情報等構造物の属性情報を併せ持つ建設情報モデル（C I Mモデル）を構築することです。単なる3次元C A Dではありません。

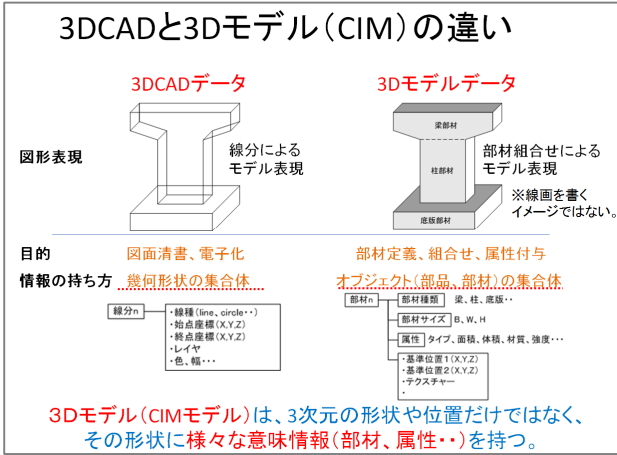


図-2 3次元C A DとC I Mの違い

今回の試行で使用したソフトは、平成24年度(2012)は、建築B I Mで多く利用され、実績のあるAutodesk社製のInfrastructure Design Suite Ultimate 2013(主なソフト AutoCAD Civil 3D 2013、Revit Structure 2013、Navisworks Manage 2013、Infrastructure Modeler 2013)を、平成25年度(2013)は、Autodesk社製のAutoCAD Civil 3D 2014、Revit Structure 2014、Infraworks 2014を使用しました。

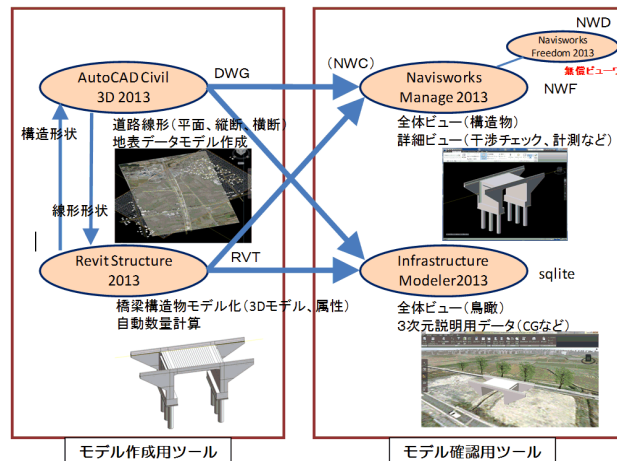


図-3 各ソフトウェアの役割と関係

ハード機器、ソフトの導入にかかる費用(平成25年度の場合)

使用機器	HP Z230 Workstation
OS	Windows7 Professional (64bit)
CPU	Xeon E3-1270v3 3.5GHz
メモリ	16GB (4GB × 4) DDR-3 SDRAM
ハードディスク	DHH 500GB + SSD 64GB
GPU	NVIDIA Quadro 2GB

ハードウェア価格：¥285,000

Autodesk Infrastructure Design Suite Premium 2014

使用ソフトウェア	主な用途
AutoCAD Civil 3D 2014	地形情報の3次元化 盛土形状の作成 数量自動算出
Revit Structure 2014	盛土形状のモデル化 (ソリッド化、属性付与)
Infra Works 2014	全体ビュー 3次元説明用データ

ソフトウェア価格：¥740,000

3. C I M試行モデルの作成

平成24年度(2012)業務の作成内容を報告します。

(1) 地形情報の3次元化

国土地理院基盤地図情報や、地形測量データを用い、C I Mモデルの基盤データを生成しました。これは、従来の地形平面、地形縦断の作図作業にあたります。平成24年度(2012)試行では国土地理院基盤地図情報を活用しました。

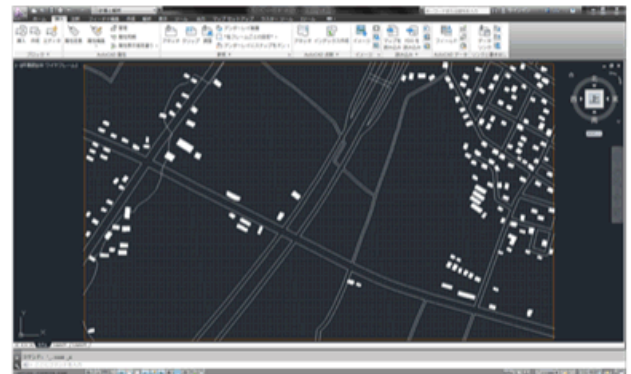


図-4 5mメッシュ(数値標高モデル)SHPファイルの読み込み

(2) 道路線形情報及び路面基本形状の入力

道路(橋梁)の基本骨組み線となる道路線形要素を入力し路面形状の3次元化を行いました。試行では、道路線形入力後、次のステップの構造モデル作成に必要な路面断面形状(モデル作成上のガイドとなる断面線)を生成しました。

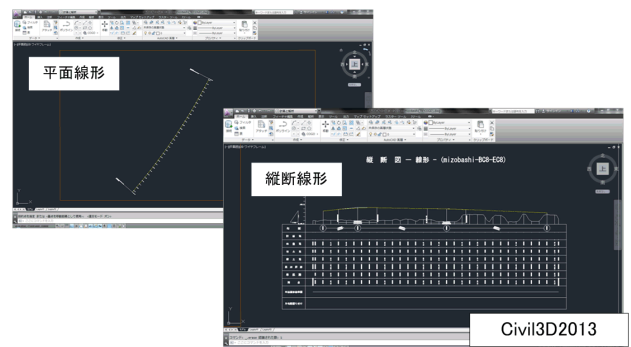


図-5 平面線形、縦断線形、横断形状の入力

(3) 構造物外形形状のモデル化

道路線形に沿った正確な形状の橋梁外形形状モデルを作成し、併せて各部材に対して属性を付与しました。

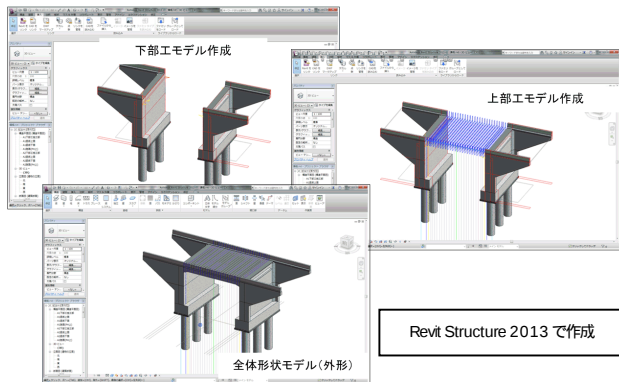


図-6 下部工部品モデル作成、上部工部品モデル作成

(4) 配筋形状のモデル化

配筋図に沿った正確な配筋形状モデルを作成し、併せて鉄筋部材に対する属性を付与しました。

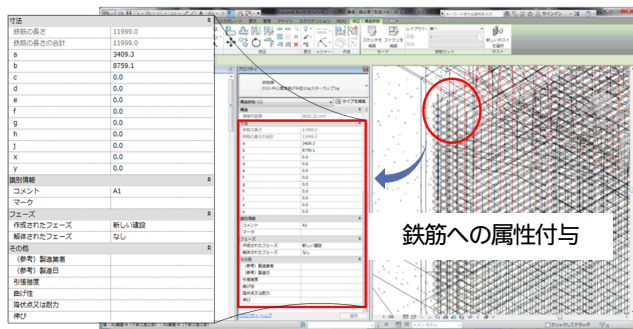


図-7 属性項目の設定、入力

(5) 確認用ビューの作成

構造物モデル、配筋モデル、地形モデルを読み込み、構造物確認用（外的、内的確認用）及び全体鳥瞰用（住民説明用等）と、それぞれの目的に応じた統合モデルを作成しました。

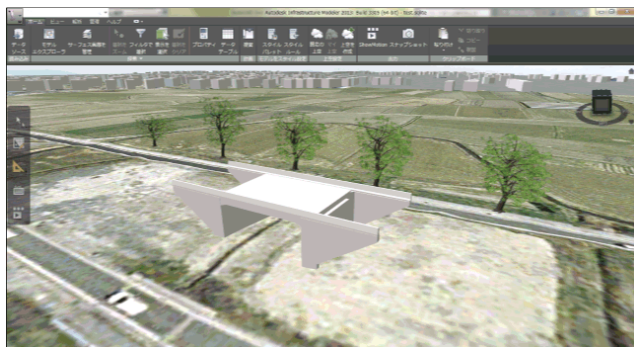


図-8 確認用ビュー

4. C I M試行モデルの活用

平成24年度（2012）業務で、試行実験として行われた活用事例の報告をします。

(1) 内部干渉チェック

配筋モデルを反映した橋梁3次元モデルを活用し、鉄筋等の内部干渉の照査を行いました。

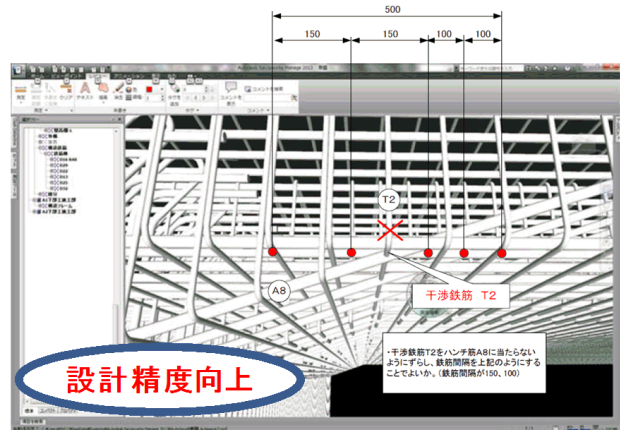


図-9 鉄筋干渉箇所の指示

<評価>

- a) 鉄筋の組立状況の確認が出来る。
- b) 3次元モデル作成の手間が多大。

(2) 3次元モデルからの数量の自動算出

数量属性を付与した橋梁3次元モデルから必要な数量項目の自動算出を行い、従来設計と同じ数量項目での比較を行いました。

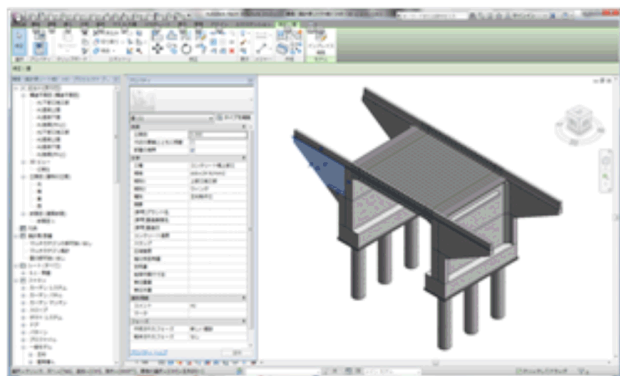


図-10 集計項目の設定

<評価>

- a) 数量自動計算による省力化が出来る。
- b) 正確な3次元モデル作成が必要。

(3) 3次元モデルから2次元図面の作成

配筋モデルを反映した橋梁3次元モデルを活用し、2次元図面作成の試行（全体一般図・構造図・配筋図（一部））を行いました。

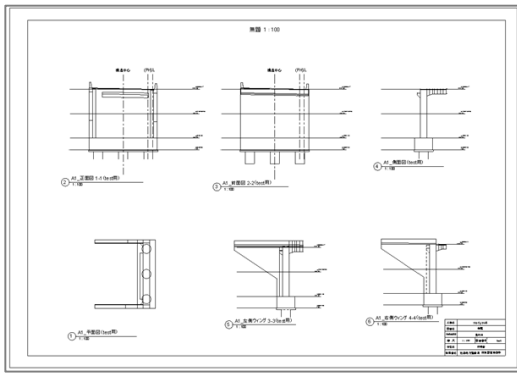


図-11 断面図を図枠（シート）に配置

<評価>

- a) 2次元図面は3Dモデルと連動するため、モデル修正時における図面修正ミス防止が期待出来る。
- b) 3Dモデルからの2次元断面図配置では寸法線が伴わないため、寸法線付記等の記載で手間が多。

(4) 3次元モデルによる設計協議

3次元モデルを活用した協議資料の作成を行いました。

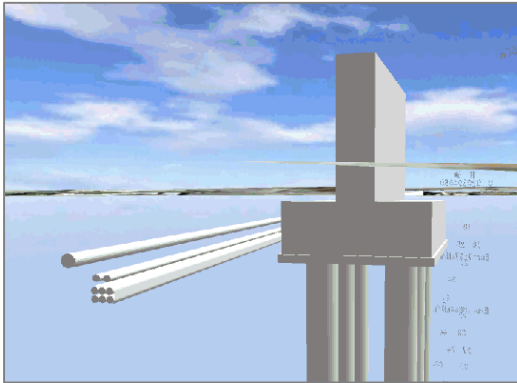


図-12 埋設物との位置関係確認

<評価>

- a) 協議での合意形成が容易に出来る。
- b) 3次元モデル作成の手間が多。

(5) 情報化施工データの作成

情報化施工データをCIMモデルから作成しました。

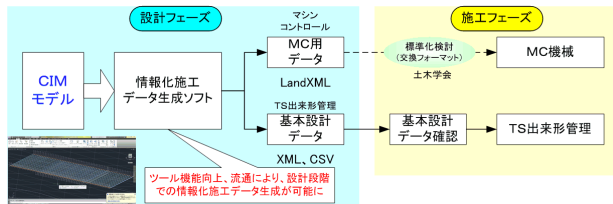


図-13 情報化施工データ作成の流れ

<評価>

- a) CIMモデルのデータから容易に作成出来る。
- b) CIMモデル作成の手間が多。

5. CIM試行モデルの活用（追加）

平成24年度（2012）に実施したCIM試行モデルに、平成25年度（2013）に実施する測量データ

の反映と溝橋両側の土工モデルの追加検証を報告します。

(1) 測量成果の反映

平成24年度（2012）業務では、地形情報を国土地理院基盤地図情報数値標高モデル（5mメッシュ）を活用しCIMモデルを作成しましたが、道路面が波打つなど精度に問題がありました。そのため、平成25年度の業務で実施する実測地形図1/500を活用し、CIMモデルの地形情報の精度を向上させる試行を追加しました。

a) 地形情報の3次元化（3次元情報の付与・補完）

現地で測量した実測地形図（1/500）のPOINTから各図式の3次元情報付与（3Dポリライン作成）を行いました。

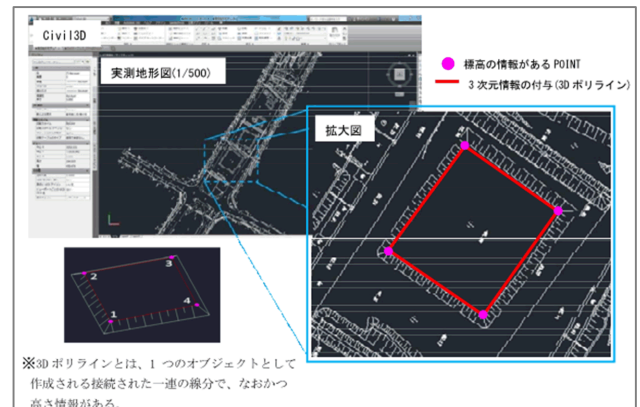


図-14 地形情報の3次元化

標高情報があるPOINTのみであると、情報量は少なく間違った結線をしてしまうことから3次元情報の補完を試行しました。今回は20cm間隔で情報補完を試行

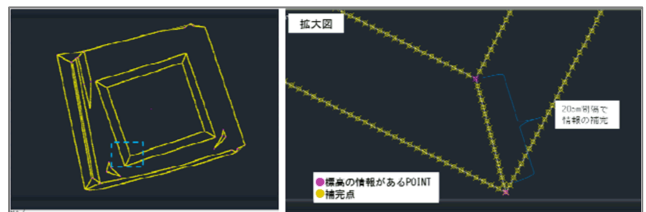


図-15 3次元情報補完の試行

b) TINサーフェスの作成

3次元情報の補完した点データよりTINサーフェスの作成をしました。盛土形状等が現況地形形体に則した地形系上に作成することができ、高精度化が図れました。

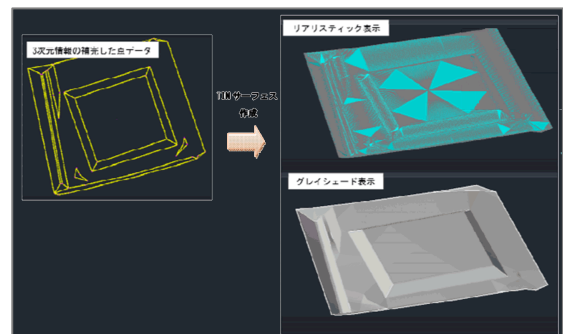


図-16 TINサーフェスの作成

c) 全体モデルへの反映

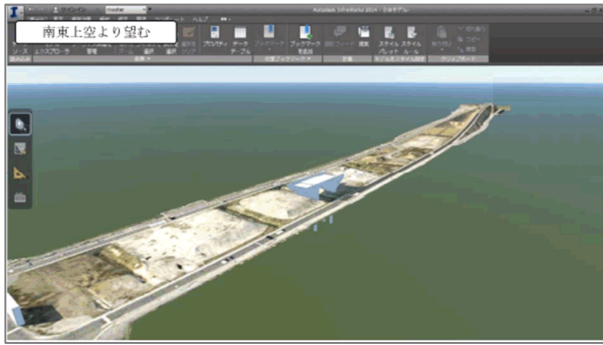


図-17 全体モデルへの反映

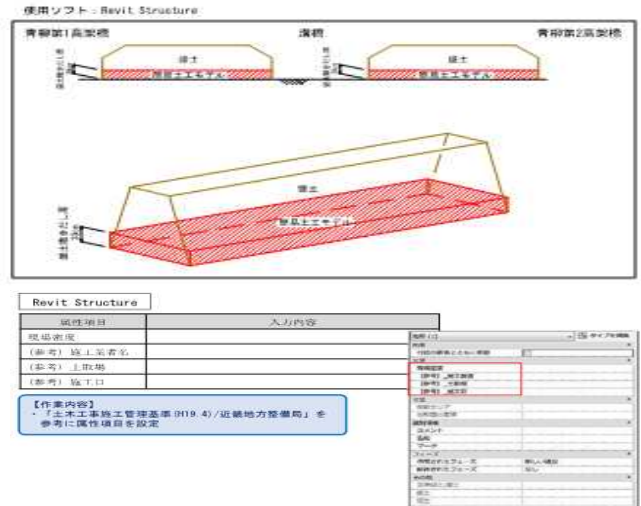


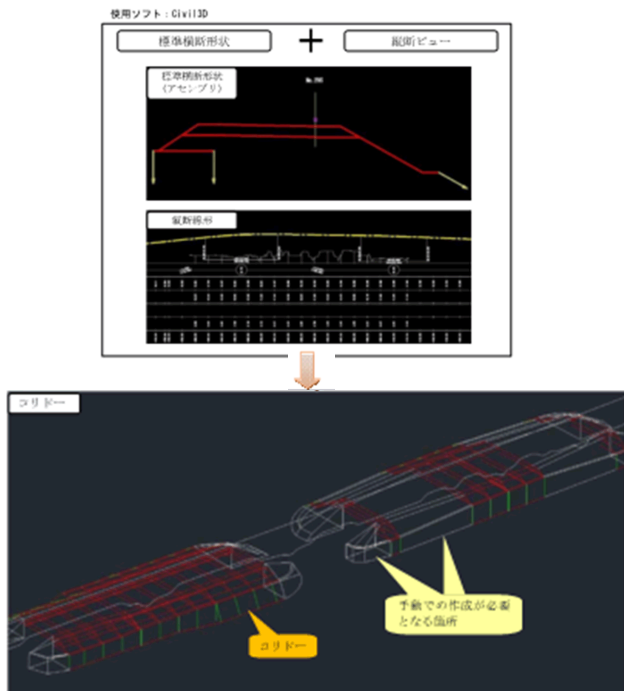
図-19 簡易土工モデルの提案

(2) 情報化施工への対応 (土工モデルの作成)

測量成果が反映され、正確な現状地盤面のC I Mモデルを活用し、情報化施工への対応を試行するため、土工モデルの作成を行いました。

a) 線形情報の入力、盛土形状の作成 (3次元CAD)

3次元C A D (Civil 3D) を使用し盛土形状を作成しました。



橋台の巻込み部および、非常駐車場などは標準アセンブリの自動押出しでは作成不可能であるため、別途、手動で作成する必要があります。

図-18 盛土形状の作成

b) 土工モデルの作成 (簡易土工モデル)

3次元C A D (Civil 3D) で作成したデータを使用し盛土形状のC I Mモデル (モデル化) を作成しようとしたが、C I Mモデル (モデル化) に変換できるソフトがありませんでした。そのため、C I Mモデル (モデル化) で使用しているソフト (Revit Structure) で作成可能な土工モデルを、簡易土工モデルとして作成することを提案しました。

c) 全体モデルへの反映

3次元C A Dで作成したコリドーサーフェス (面データ) を反映させました。



図-20 全体モデルへの反映

6. C I M導入効果の検証

(1) C I Mモデル作成の視点からの検証課題整理

a) C I Mモデルの作成環境について

現状では、C I Mモデル作成環境を整えるための投資が大きな負担となっています。

b) 教育、研修体制について

モデルの便利さを体感できる環境、3次元思考を深めるための教育、研修体制が必要です。

c) モデリングツールの機能について

道路線形要素を部材形状へ反映したモデル作成が出来ません。そのため、土工モデルが作成できず、簡易土工モデルの作成を提案しました。

d) モデル作成レベルについて

リアルな可視化思考が強くなるため、必要以上に精細な作図（ボルトねじ切り、部材面取り等）を要求される場合が想定される。何をどこまでモデル化するか、モデル作成レベルのルール化が必要です。

e) 形状決定の意思伝達方法について

3次元表示上での寸法等の考え方や技術的解説などの意思伝達方法のルールを決める必要があります。

f) 測量での3次元情報の付与について

今回の試行では実測地形の3次元情報付与において、従来の2次元測量データを基に作業を行ったため、多大な時間を要しました。しかし、新しい測量ソフトは3次元情報を保持した状態でDWGに出力出来ることが確認出来ました。また、測量に関しては、CIM等に対応したソフト開発が進んでいます。

(2) CIMモデル活用の視点からの検証課題整理

CIMの活用について、設計段階では、以下の観点から検証を行いました。

a) 内部干渉チェック

- ・干渉箇所を3次元可視化により具体的に確認。→設計ミス排除に効果。
- ・干渉確認のために正確な配筋モデル作成。（ラップ、フック方向など含む）→手間が多大。
- ・施工段階で発生するところの課題を設計段階で把握、対応することが可能。→フロントローディング。

【効果】配筋干渉チェック、設計ミスの排除。

b) モデルからの数量自動算出

- ・集計表はモデルの変更と連動、設計変更時の数量自動修正が可能。→数量自動計算による省力化。
- ・問題点→照査、確認方法がない。

【効果】自動計算による省力化。

c) 3次元モデルから2次元図面の作成

- ・3次元モデルを変更すると2次元図面も連動して変更。→修正ミスの防止。
- ・問題点→寸法表記等の手間が多大。

【効果】作図・図面修正の効率化・省力化。

d) 3次元モデルでの設計協議

- ・全体モデルを関係者協議で使用。→埋設物・交差物件等の関係確認が容易になる。
- ・配筋モデルを鉄筋の干渉状況の確認に使用。→工事での協議時間短縮が期待。
- ・問題点→労力が多大。

【効果】合意形成の効率化。

e) 情報化施工に使用するデータ作成

- ・設計段階でCIMモデルを生成することで、施工段階に引き渡す情報化施工データを比較的容易に作成。→情報化施工データ作成効率化。

【効果】情報化施工データ作成の効率化。

以上から、効果は確認出来ましたが、それぞれの3次元モデルを作成する手間が多かったため、今後も継続して効果の検証課題整理を実施していく必要があると考えます。

7. まとめ

今回、滋賀国道事務所で国道161号安曇川地区橋梁修正設計業務及び国道161号安曇川地区道路詳細設計他業務の2件の業務で、1つのCIM試行モデル事業を行いました。

CIM導入の取り組みはまだ開始されたばかりではありますが、建設産業における生産性の向上の実現を目途としている中で、CIMを活用していくためには、運用面、技術面、制度面に対する課題を解決していく必要があります。

担当したコンサルタントの技術者からは、CIMはツールありきの世界であるため、現場で使いやすいCIMツールへの改良（技術面）を優先する必要があると報告を受けました。

今回のCIM試行を担当して、CIMに大きな可能性を感じました。それは、CIMは、コンピュータ上の3次元モデルであるため、紙では扱えません。CALES/ECでは、電子納品、情報化施工、情報共有システムがすでに実施され、脱、紙の準備は整っています。

CIMは、今後、ツールの開発・改良、情報機器（パソコン等）の性能向上がどんどん進み、身近な技術になっていく予感があります。

謝辞：本報告を作成するにあたり、CIM試行を担当していただいた、大日本コンサルタント（株）及び協和設計（株）の技術者の皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1)建設マネジメント技術 2012年8月号
- 2)CIM技術検討会 平成24年度報告