

3次元モデルと2次元図面を契約図書とする場合の作業効率性の比較検証

坂藤勇太・寺口敏生・青山憲明

1. はじめに

国土交通省では、3次元モデルを用いて関係者間で情報共有することにより一連の建設生産システムの効率化・高度化を図る取組みであるBIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）の導入を推進している。本報文において、3次元モデルとは、構造物の形状を3次元で立体的に表現した情報を指す。

3次元モデルの利用によるメリットとして、2次元図面では行えなかった図面間の整合確認の省略化や関係者協議に3次元モデルを活用することで関係者間の理解度向上等が期待されている。さらに、3次元モデルを契約図書として扱うことで、数量算出の自動化や出来型管理データの一元管理への利用等が期待される。

しかし、現状、3次元モデルは従来業務における参考図書であり、2次元図面が契約図書として扱われている（図-1）。

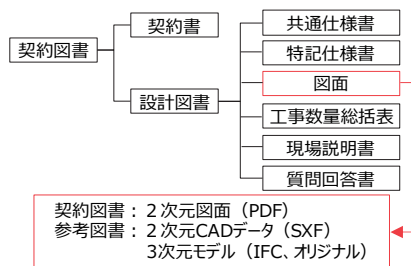


図-1 契約図書体系

3次元モデルを契約図書とするためには、2次元図面の「CAD製図基準¹⁾」のように寸法・注記を伝達する必要があるため、表示方法に関する基準の整備を行わなければならない。

そこで、国土交通省では、3次元モデルを2次元図面の参考図書から単独の設計図書へ転換することを目的に、「3次元モデル表記標準（案）²⁾（以下「表記標準」という。）」を策定した。

表記標準の整備を進める中で、調査・計画や設計業務のプロセスの各段階にて、BIM/CIMを活

用し、後工程のために必要な3次元モデルを作成する「BIM/CIM活用業務」において、3次元モデルに寸法・注記を付与する試行業務を実施した。しかし、試行業務を実施した各地方整備局より、従来の2次元図面より作業効率性が低いという課題が挙げられた。国土技術政策総合研究所では、上記課題に対して、3次元モデルに寸法・注記を付与した場合の作業効率性の検証を行っている。

本報文では、現状の3DCADソフトウェアを用いて、表記標準に基づき、寸法や注記を付与した3次元モデルを作成する試行を行い、2次元図面＋3次元モデルを作成する従来形式との作業効率性の比較検証結果について報告する。

2. 3次元モデル表記標準（案）

表記標準では、3次元モデルに寸法や注記を付与する方法を定めており、3次元モデルに寸法や注記を付与することで、契約図書として必要な情報を伝達できる。情報伝達の方法として、表記標準では、下記に示す3DAモデル（3 dimension annotation model）を提案している。

3DAモデルとは、3DCADソフトウェアを用いて作成した3次元形状を表す形状モデルに、寸法・注記・数量等の構造特性やモデル管理情報を加えて作成したデジタル情報である（図-2）。

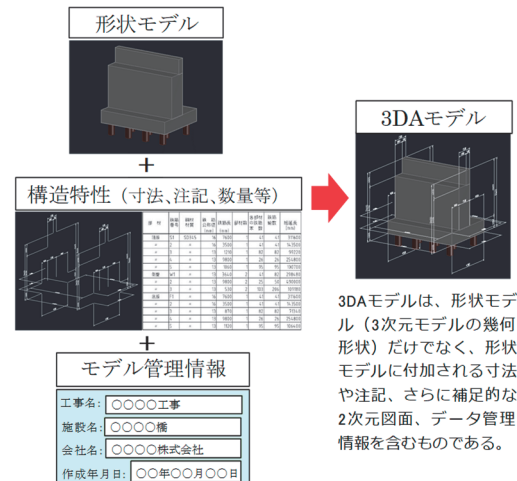


図-2 3DAモデル概要

3DAモデルの構成は、工事対象の外観形状や必要最小限の主要寸法を示す「3次元投影図（3次元モデルの俯瞰図）」、工事対象の詳細寸法を把握するための「3DA面図（投影面を設定して切り出した投影図・断面図）」、補助的な位置付けとして2次元図面等にて構成される（図-3）。

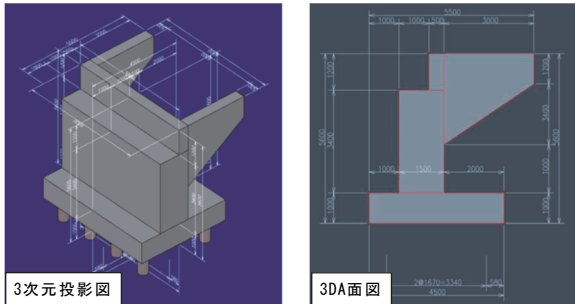


図-3 3次元投影図・3DA面図

3. 3DAモデルによる作業効率性の比較検討

3.1 検討目的

現在、「BIM/CIM活用業務」にて作成された3DAモデルは、寸法や注記を付与する作業に時間を要するという指摘がある。この指摘事項を検証するため、表記標準に基づき作成した3DAモデルによる作業効率性の比較検討を実施した。

3.2 実験方法

実験ではどの作業にどれくらいの時間を要するかを把握するため、3DAモデルと従来方法にて作成した2次元図面について、作業プロセスを分解して、人的作業に係る時間を計測した。

3.3 検討条件

(1) 検討ケース

図-4に示す以下の2ケースにて検討を実施した。

Case1：従来形式（2次元図面＋3次元モデル）

Case2：新形式（3DAモデルのみ）

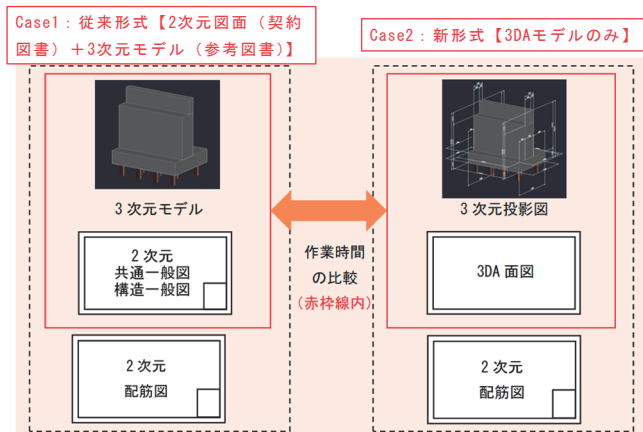


図-4 作業時間の比較検討ケース

(2) 対象構造物

実験の対象構造物は鋼橋とし、橋梁の各仕様は表-1の通りである。

表-1 対象橋梁仕様一覧

橋梁名	4号新荒川橋
架設箇所	栃木県矢板市乙畑地先
橋長	137.600m
斜角	右 80° 30' 00"
上部工形式	4径間連続非合成 PC 床版 3主鈑桁
下部工形式	RC 逆 T 式橋台 A1・A2 橋台
基礎形式	場所打ち杭基礎 φ1200 A1・A2 橋台、P1・P2 橋脚
適用示方書	道路橋示方書・同解説 平成 14 年 3 月

(3) モデル化の対象

本検討のモデル化の対象を以下に示す。モデル化の対象範囲は、A1橋台～P1橋脚～P2橋脚の2径間とする。

上部工：主桁、横桁、ブラケット、床版

下部工：橋台、橋脚、基礎

付属物：排水装置、支承

3.4 作業手順

本検討の全体作業フローを図-5に、作業フローに沿った下部工における3次元投影図及び3DA面図の具体的な作業手順を図-6に示す。

(1) 3次元モデル

一般的な橋梁設計では、専用ソフトウェアにて構造計算を行い、主要部材の3次元モデルを作成する。本検討においても、一般的な橋梁設計にならって、専用ソフトウェアを用いて3次元モデルを作成する。

(2) 3次元投影図及び3DA面図

3次元投影図及び3DA面図の作成は、専用ソフトウェアから出力された3次元モデルを修正・追記し、寸法・注記の付与を汎用の3DCADソフトウェアにて実施した。

(3) 2次元図面

2次元図面の作成は、専用ソフトウェアから出力された2次元図面を修正・追記し、寸法・引出線等の付与を汎用の2次元CADソフトウェアにて実施した。

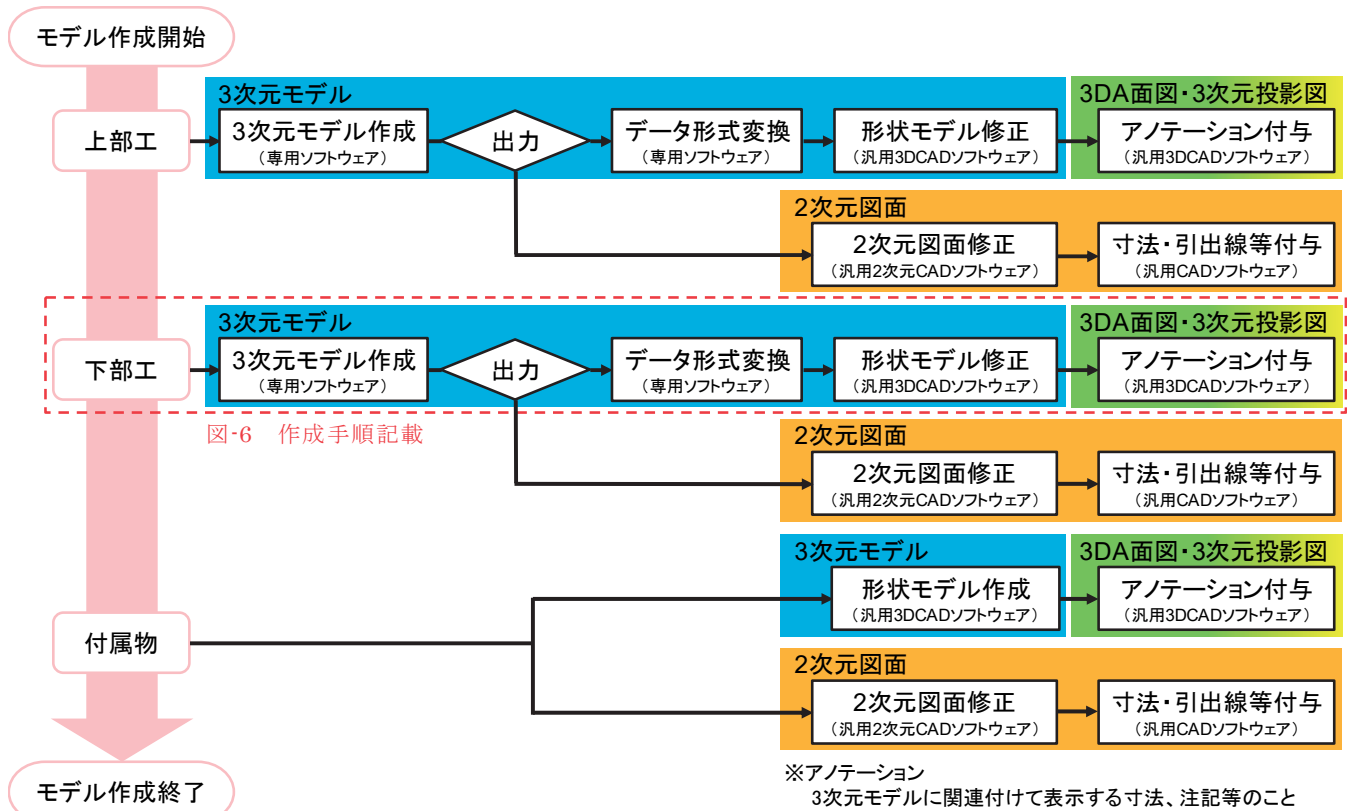


図-5 検討全体フロー図

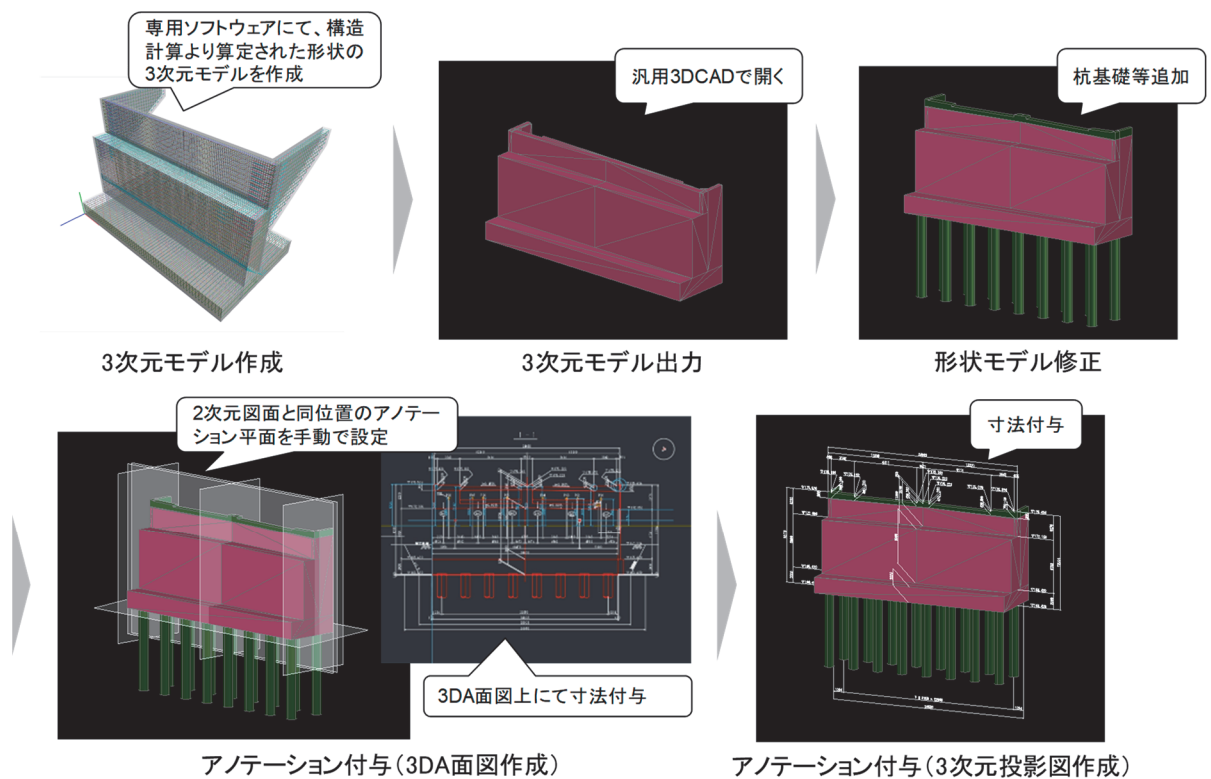


図-6 橋梁下部工の3DAモデル作成手順

3.5 作業時間計測結果

「Case1：従来形式（2次元図面＋3次元モデル）」と「Case2：新形式（3DAモデルのみ）」の計測結果を図-7に示す。各作業時間の内訳として、専用ソフトウェアを用いたため、3次元モデル作成に要する時間は少なく、2次元図面及び3DA面図に寸法・注記を記入する時間が多く占めていた。

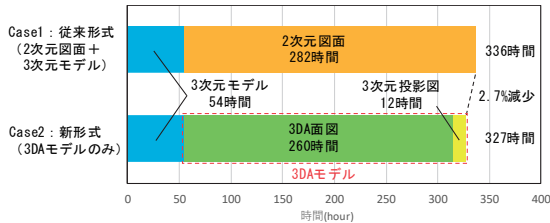


図-7 作業時間計測結果

作業時間集計の結果、「Case2：新形式」は、「Case1：従来形式」と比較して、作業時間が9時間程度減少しており、ほぼ同等の作業時間となった。「Case2：新形式」が「Case1：従来形式」とほぼ同等の作業時間となった要因として、下記2項目が考えられる。

(1) 3DA面図の作成時間

3DA面図の作成作業は、2次元空間上の作業であり、2次元図面の作成作業とほぼ同じ作業となるため、同程度の作業時間となった。

(2) 3次元投影図の作成時間

3次元投影図の作業時間は、12時間程度であり、3DAモデル作成時間全体の支障とならなかった。

3.6 考察

各地方整備局からの指摘である2次元図面と比べた作業効率性の課題について、「BIM/CIM活用業務」にて作成した3次元投影図は、2次元図面に記載した寸法を全て記載しており、過剰な寸法の付与により多大な時間が必要であった（図-8左側）。本来、表記標準における3次元投影図は、必要最小限の主要寸法を示すものであり、詳細な

寸法は、3DA面図にて記載することとしている。

本検討において、3次元投影図の作成は、表記標準に従って必要最小限の主要寸法のみを記載する作業に見直し（図-8右側）、3DA面図に詳細な寸法・注記を記載することで、2次元図面と比べても機能的に遜色ないことを確認した。

さらに、3DA面図の寸法・注記の付与作業は、現状2次元図面と同じく汎用CADソフトウェアによる作業としているが、ソフトウェア機能向上により簡略化されることで、さらなる作業時間短縮に繋がると考えられる。

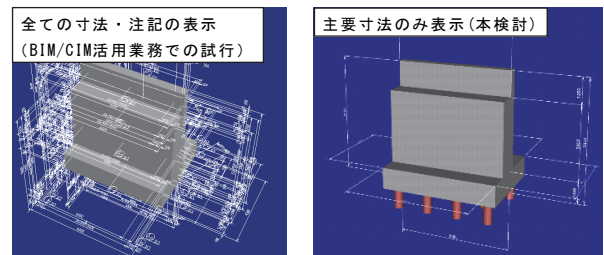


図-8 3次元投影図（BIM/CIM活用業務・本検討）

4. まとめ

3次元モデルによる契約図書作成に関して、従来の2次元図面より作業効率性が低く、多大な時間が必要といった課題に対して、時間を要する3次元投影図の作業を見直し、従来形式（2次元図面＋3次元モデル）及び新形式（3DAモデルのみ）を比較した結果、作業時間はほぼ同等となり、新形式による特別な作業負荷がないことを確認した。

今後は、ソフトウェアの機能向上による作業時間の短縮、寸法・注記の付与の作業量低減を目的とする属性情報の利用等の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) CAD製図基準、国土交通省、平成29年3月
- 2) 3次元モデル表記標準（案）、国土交通省、令和2年3月

坂藤勇太



国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室 交流研究員
SAKAFUJI Yuta

寺口敏生



研究当時、国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室研究官、現、関西大学特別任命准教授、博士（情報学）
Dr. TERAGUCHI Toshio

青山憲明



国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室 主任研究員
AOYAMA Noriaki