

II-4 建設生産システムにおける3次元データの利活用に関する予備的検証

Preliminary inspection about the profit inflection of 3D data in public works.

影山輝彰¹・川上雅一¹・宮本勝則¹・中山利美²・齋島洋伸²・小林修²・櫻井和弘³・田島剛之³

Kageyama Teruaki, Kawakami Masakazu, Miyamoto Katsunori, Nakayama Toshimi,
Haishima Hironobu, Kobayashi Osamu, Sakurai Kazuhiko and Tajima Takeyuki.

抄録：国土交通省は、CALS/EC アクションプログラム 2008（平成 21 年 3 月 31 日公開）を策定し、我が国の建設生産システムの生産性向上に向けた目標を掲げている。その目標の一つとして「調査・計画・設計・施工・管理を通じて利用可能な電子データの利活用」が挙げられている。この目標を実現するため、平成 21 年度より ICT を適用したモデル工事を実施することが計画されている。

そこで、ICT を適用したモデル工事の実施に先立ち、国内外の建設分野における ICT の動向として 3 次元データに着目し、既存の橋梁設計・施工成果を例に、現状の業務プロセスにおいて流通している情報を利活用することで得られる効果の予備的検証を行った事例を報告する。

Abstract: The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism announced the implementation of CALS/EC Action Program 2008 for further improving the production system on 31st March 2009. To achieve this goal, model projects utilizing ICT are planned to carry out in next year.

Before the commencement, we focused on the three-dimensional data utilizing on the domestic and overseas construction fields. In the concluding discussion and commentary on our research based on the existing bridge design, we verified preliminary the positive effects given by the visualization of three-dimensional data delivered over the current construction business processes.

キーワード：CALS/EC，橋梁，3 次元 CAD，業務分析，可視化。

Keywords：CALS/EC，bridge，3D-CAD，Business Process，visualization.

1. はじめに

平成 21 年 3 月 31 日、今後 3 カ年の CALS/EC に関する実施計画である「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008¹⁾（以下、「AP2008」という。）」が策定・公開された。この AP2008 では、これまでの CALS/EC アクションプログラムの成果を踏まえ、我が国の建設生産システムにおける生産性の向上（コスト削減、スピードアップ化）、維持管理の効率化、透明性の確保を図る観点から、6 つの重点分野において、ICT を活用した建設生産システム（社会資本監理システム）を構築することが掲げられている。

特に着目すべき点としては、最新の情報通信技術（ICT: Information & Communication Technology）を最大限活用することにより建設生産システムの生産性向上、業務改善・効率化・合理化を図るために実施すべき優先度の高い項目が掲げられている。また、設計・施工現場の情報化、管理技術の高度化を推進する内容としては、

「目標：調査・計画・設計・施工・管理を通じて利用可能な電子データの利活用」並びに「目標：情報化施工の普及促進による工事の品質向上」がある。

国土交通省では、これらの目標を実現するため、平成 21 年度より ICT を適用したモデル工事を実施し、品質、出来形、工程管理の合理化並びに安全・環境管理の高度化によるコスト削減及び監督、検査の合理化と高度化を図り、もって建設生産システムの生産性向上を図ることとしている。

そこで、ICT を適用したモデル工事の実施に先立ち、国内外の建設分野における ICT の事例として 3 次元データの利活用に着目し、既存の橋梁設計・施工成果を例に現状の業務プロセスにおいて流通している情報を利活用することで得られる効果の予備的検証を行った事例を報告する。

1：正会員 財団法人日本建設情報総合センター 建設情報研究所 CALS/EC 部

2：国土交通省 関東地方整備局 企画部 技術管理課

3：大日本コンサルタント株式会社 事業開発本部 情報技術室

2. 予備的検証の参考とした国土交通省の直轄事業と適用場面

(1) 予備的検証の参考とした国土交通省の直轄事業

予備的検証に利用した国土交通省直轄事業の概要を列挙するとともに、橋梁全体一般図を図-1に示す。

- ・ 橋長：L=379.200m
- ・ 幅員：7.25m～7.00m(車道部)
- ・ 平面線形：直線～R=1,000m
- ・ 上部工：4径間連続非合成鋼鈑桁
- ・ 下部工：逆T式橋台、壁式橋脚
- ・ 詳細設計：平成11年度
- ・ 施工：平成12～13年度

(2) 予備的検証の適用場面の設定

予備的検証は、設計業務等共通仕様書における橋梁予備設計、橋梁詳細設計を参考に3次元データの利活用が期待できる10の適用場面を設定した。

表-1 予備的検証場面

| 設計業務等共通仕様書 | | 予備的検証場面 |
|------------------|------------|---------|
| 第6803条 橋梁予備設計 | 設計条件の確認 | 適用場面① |
| | 橋梁形式比較案の選定 | 適用場面② |
| | 基本事項の検討 | 適用場面③ |
| | 景観検討 | 適用場面④ |
| 第6804条 橋梁詳細設計 | 設計細部事項の検討 | 適用場面⑤ |
| | 仮設計画 | 適用場面⑥～⑩ |
| | 仮設構造物設計 | |
| | 仮橋設計 | |
| | 橋梁付属物等の設計 | |
| | 施工計画 | |

次に、設定の基準を列挙する。

- ・ 現状の業務プロセスにて3次元データを一連の流れとして、後続する作業に利用できること。
- ・ 構造物の隅角部や取り合い、設計思想など従来の2次元設計では表現が困難な場面であること。
- ・ 3次元データを利活用することで業務プロセスの統廃合が図れる可能性があること。

a) 橋梁予備設計(適用場面 ～)

- ・ 適用場面：設計条件の確認

橋梁の主たる目的である、跨ぐ交差物の把握を行い、架橋条件(施工条件)の設定を行う場面。橋梁計画を開始するための重要なプロセスであり、調査フェーズからの情報を用いた最初の作業でもある。後続する業務プロセスへの適用範囲も大きい。

- ・ 適用場面：橋梁形式比較案の選定

橋梁形式の比較案検討の場面。最も基本となる検討であり、後続する業務プロセスへの適用範囲も大きく、また、掘削影響範囲など地形的評価が多いことから3次元で検討を行うメリットが大きい。

- ・ 適用場面：基本事項の検討

橋梁構造物のディテールを設定する場面。検討範囲が構造物全体に渡り、部材レベルでの取合いなど3次元による可視化の実現により綿密な判断が可能となることから3次元で検討を行うメリットが大きい。

- ・ 適用場面：景観検討

基本的な橋梁形状から、地域、環境などの配慮を加えた形状デザインを行う場面。CG・パース作成を含め、地域住民への理解向上など3次元で検討を行うメリットが大きい。

b) 橋梁詳細設計(適用場面 ～)

- ・ 適用場面：設計細部事項の検討

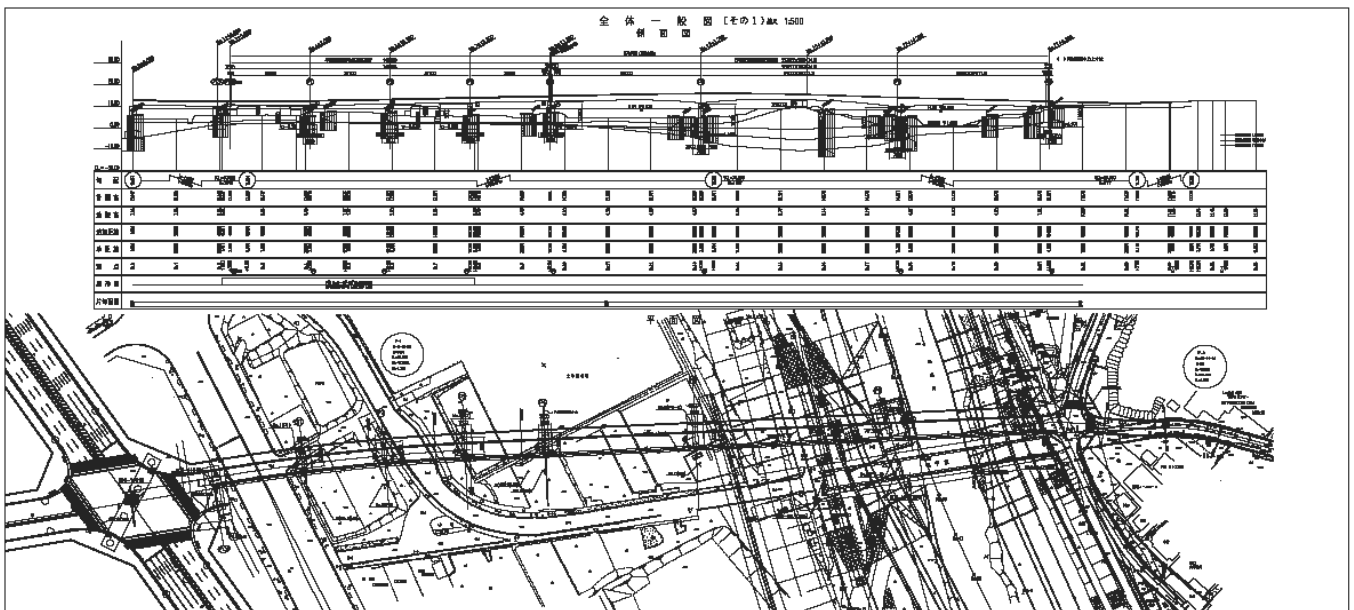


図-1 予備的検証の参考とした既存の国土交通省直轄事業

橋梁部位の大きな仕訳となっている上部工、下部工それぞれの取り扱い関係を整合させる設計であり、構造物設計の最終段階に位置づくものである。mm単位での調整が必要とされ、エラーの起きやすい業務プロセスであることから3次元による可視化の実現により綿密な状況判断が可能となり、メリットが大きい。

・適用場面：仮設計画など

工事施工にあたり、機材配置や掘削影響範囲など地形の評価が多いことから3次元で検討を行う効果が大きい。

c) 橋梁下部（適用場面 ～ ）

・適用場面：施工計画

現地状況に基づく、施工方法、手順、工事機械計画などを行い、3次元による施工シミュレーションによる安全性の確保を確認しつつ、最適な施工方法を選定することが可能になることから3次元で検討を行うメリットが大きい。

・適用場面：橋脚躯体工など

躯体構造物を段階的に構築する。主に、出来形管理に対して3次元データを用いた計測・確認が行える。

d) 鋼橋上部（適用場面 ～ ）

・適用場面：仮組立など

単品部材の計測データを基に机上で数値仮組立を行う方法で、実仮組立と同じ確認が可能となり、効率化が可能となる。

・適用場面：桁架設工など

架設では計画時に利用した3次元データやICタグによる労務・資材管理などの効率化が行える。

3.3 次元モデルの作成と予備的検証の実施

(1) 検証環境

予備的検証における3次元機器の検証環境を以下に列挙する。

a) 3次元機器の環境

・使用ソフト：Autodesk Civil 3D 2009

・機種：Dell Optiplex755

・CPU：Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E6550 @ 2.33GHz

・メモリ：1.95GB RAM

・HDD容量：150GB

・グラフィック機能：Intel(R)GMA-3100, 384MB

b) 作業者の経験

・経験年数：約12年（AutoCAD）

(2) 予備的検証の実施

予備的検証にて作成した3次元モデルを図-2に示すとともに、予備的検証結果を抜粋し、以下に示す。

a) 適用場面：橋梁形式比較案の選定

上流検討（設計条件検討）で3次元データの準備が整

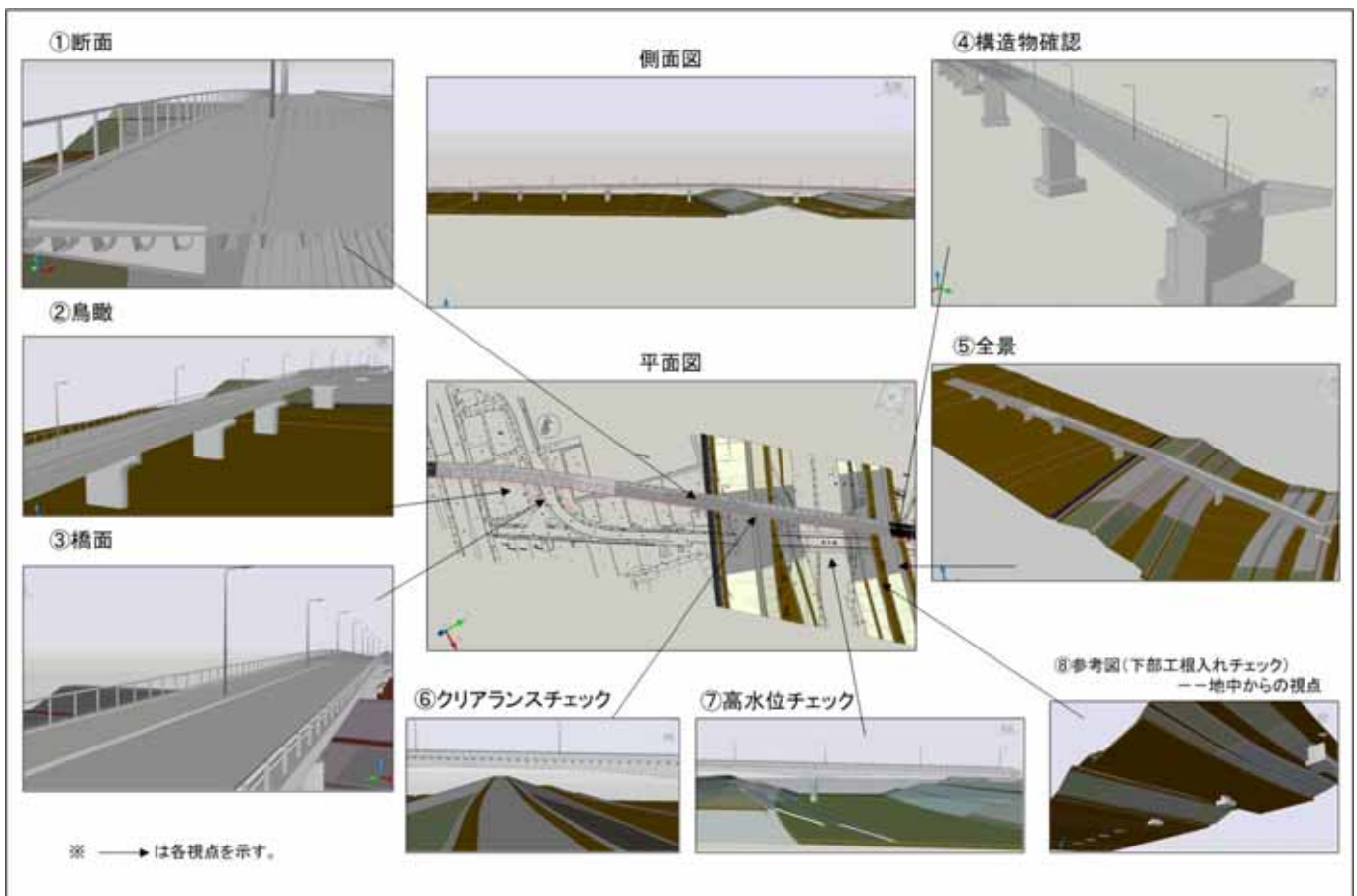


図-2 予備的検証にて作成した3次元モデル（カット抽出）

っているため、基礎条件を新たに作図する必要は無く、構造物の配置シミュレーションにて対応可能となり、従来（2次元検討時）に比べ、大幅に手間は削減される。ただし、2次元設計で行われる、検討書等の文書を作成しないものとした。

b) 適用場面：基本事項の検討

検討経緯をビジュアルに表現が可能となり、合意形成には非常に効果あるが、従来の図面作成では必要なかった作業が発生するなど、現状では作業負荷が非常に大きい。

検討書スタイルでの文書作成は不要になるが、3次元の図上に考え方や設計の思想などをどう伝達するかが課題である。

c) 適用場面：設計細部事項の検討

上下部を一体的に表現することで、これまで個別に設計され、取り合いにミスが生じがちであった上下部工関連（鉛直方向の高さ関係など）の照査が容易となり、設計品質の向上に大きく寄与することが判った。また、この照査段階で、既に詳細設計図レベルでの情報（図）付与が行われていることから、後続する詳細設計図作成の作業は、寸法表示等の処理を除きほぼ不要となる。

d) 適用場面：仮設計画など

施工状況を3次元で表現することで、部材同士の取り合いや、仮設資機材の配置などは非常に分かり易くなる。施工段階においても、施工計画における参考データとして利活用可能となる。

4. 考察と課題の整理

(1) 考察

a) 設計段階

設計段階では、「シミュレーションによる任意な検討が可能であることから、検討精度が向上する。」、「細部の取り合い照査が可能であることから、設計精度が向上する。」、「認識違いの無い、ビジュアルな合意形成が可能となる。」、「従来の作業プロセスが統廃合され効率化が図られる。」等の定性的評価が挙げられた。現状の業務プロセスにおいて、流通する情報に3次元データを用いることで、設計構造物の隅角部や取り合い、設計思想の反映など従来の2次元設計では表現が困難な場面の可視化による業務改善の可能性が確認された。

b) 施工段階

施工段階では、詳細設計からの3次元データを基に施工方法を立体的に表現し、検討を行うため、各工程における手順計画に利活用することが可能と考えられる。仮組立について、3次元シミュレーションを行うことで、仮組検査自体は効率化が図られる可能性があるが、レーザスキャナなどは3次元計測の手間がかかるわりに、計測結果の処理が難しいなど、手間に対する実態が合わない

いことがあるため、適用にあたっては慎重に行う必要がある。

(2) 課題の整理

現状の業務プロセスにおいて、流通している3次元データを利活用する際に、解決すべき課題を整理した。

具体的寸法が把握しづらい。

工事数量算出が行いづらい。

2次元図面では必要としなかった作業が増える。

とに係る課題としては、利用する3次元CADソフトの機能に依存するところが多いが、一般的に2次元図面では表現されている寸法線は、3次元モデルとして構造物を可視化した場合に表現することが困難である。

また、材質や材料などの構造物の諸元に関するデータについては、そのモデルを部品単位にまで忠実に再現する必要があることに加え、その数量算出方法については、土木工事等数量算出要領や土木工事積算基準と整合を図る必要がある。

に係る課題としては、2次元図面において標準配筋図として表現していた部位を詳細に再現する作業や施工段階にて手順化していた仮設方法を検討する作業が新たに加わることが挙げられる。

5. おわりに

我が国の建設生産システムでは、生産性向上に向けた施策として、CALS/ECが推進され電子データによる「情報」の伝達及び合理化が普及しつつある。

調査・計画、設計、施工、維持管理の各段階で、情報を連携することができるならば、情報共有のメリットを各段階で享受でき、施工の合理化や新しい建設生産システムへの展開が期待できるものと考えられる。

3次元データを活用した新しい情報共有環境を構築することにより、建設生産システムの生産性向上にも寄与することが期待されると共に、建設情報流通のコアな技術として定着させるべく、今後も計画的に研究開発を実施していく必要がある。

謝辞：ご協力頂いた関係各位に対して心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」，2009年3月31日