

## (37) CIMモデル事業の事例と三次元設計モデルの積算への利用方法の検討

藤澤 泰雄<sup>1</sup>・矢吹 信喜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 博士後期課程  
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)  
E-mail: fujisawa@yachiyo-eng.co.jp

<sup>2</sup>正会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻  
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)  
E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

国土交通省では平成24年度に11個のCIM試行業務を実施した。これらの業務では、設計成果として従来の二次元図面だけでなく、三次元モデルデータも作成されるようになってきており、建設分野での三次元モデルの利用が始まった。本論では、試行業務として行った事例を示し、その成果と問題点を示した。さらにその成果を元に、設計側で作成している三次元設計モデルを積算に利用する方法を検討した。

**Key Words :** 3D Models, design, product model, viaduct, CIM

### 1. はじめに

国土交通省では、営繕分野でBIMの利用を開始したことを受けて、平成24年7月から土木分野にもBIMの概念を取り入れるためCIM(Construction Information Model)として三次元モデルの活用を始めるためのCIM制度検討会を発足させ、日本建設情報総合センターを中心とした民間主体のCIM技術検討会と連携してCIMの普及を開始した。

国土交通省では、CIMの定義として、「調査・設計段階から三次元モデルを導入し、施工、維持管理の各段階での三次元モデルに連携・発展させることにより、設計段階での様々な検討を可能とするとともに、一連の建設生産システムの効率化を図るものである」としており、単に設計・施工に三次元モデルを利用するだけでなく、最終的な維持管理にその成果を活用することを念頭に置いており、平成24年度下期には、詳細設計を対象とした11個のモデル事業を実施した。

平成24年度の試行業務は、従来の二次元の詳細設計業務を受注しているものの中から、契約変更という形式でCIMへの適用を行ったため、二次元モデルを三次元化したものが多く、すべてを三次元で行ったわけではない。したがって、その効果や課題なども限定的なものではあるが、従来の三次元モデルの利用が、複雑な配筋部分の

干渉チェックや住民への説明など限定的な問題の解決のためにだけ利用されていたことを考えると、設計分野で三次元モデルの活用が開始されたことの意義は大きい。

本報告は、CIMモデル事業の一つである道路橋の詳細設計への適用事例を報告するとともに、この三次元モデルを用いて工事費を積算するための手法とその課題について報告する。

### 2. CIM試行業務の概要

平成24年度に行われた11モデル事業の内訳は、橋梁設計6件、道路設計2件、調節池1件、トンネル1件、地盤改良1件であった。これらのモデル事業では、国土交通省による開始時と終了時のヒヤリングの他、成果に関するアンケートが実施されており、このアンケート結果は、CIM制度検討会で中間報告されている<sup>1)</sup>。この報告によれば、可視化により設計意図・条件確認の効率化など条件錯誤の削減、情報共有による効率化、鉄筋の干渉チェック、付属物の取り合いチェックなどで効果があるが、配筋モデルは手間が掛かり逆に非効率であったとされているが、全体としては、効果的であったと判断されている。

著者らは、表-1に示す道路高架橋を対象にCIM試行を実施した。本試行では、図-1に示す上下線合わせて12個の橋脚・2つの橋台と上部工を三次元モデルとして作成し、CIMの効果を検証するために1つの橋脚については三次元の配筋と数量算出を行った(図-2)。

三次元モデルの作成には、Autodesk社のRevit Structure 2013(以下 RSTとする)を用いた。橋脚、橋台のモデルはRSTの機能を用いて特に問題なく作成できた。上部工は、平面線形・縦断線形ともに曲線を含んでいる上に、上流側は徐々に広がっており、径間ごとに分割しなければならない等形状としてはそれほど複雑ではないが、作成には非常に手間が掛かった。RSTは水平や垂直の構造物の作成は簡単であるがこうした勾配を持つ構造物の作成にはまだ機能が不足していた。

配筋に関しては、設計者が事前に、a)杭と底版鉄筋、b)杭と柱鉄筋、c)底版下側の1段目と2段目鉄筋が干渉しやすいと判断して、干渉しないように考慮して二次元図面を作成して、これを三次元モデルとした。RSTの干渉チェックを行ったところ、上記のc)に関しては干渉していなかったが、a)、b)に加え、d)底版のスターラップと杭鉄筋、e)支承と支承まわりの配筋の干渉が確認された。

a)、e)に関しては、施工上で問題が生じないように、二次元図面に戻って配置間隔を修正した(図-3)。b)に関しては、施工時に回避できることが予想できたため、

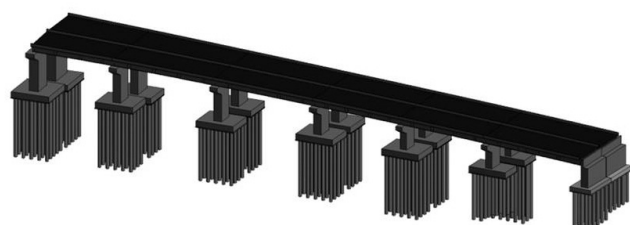
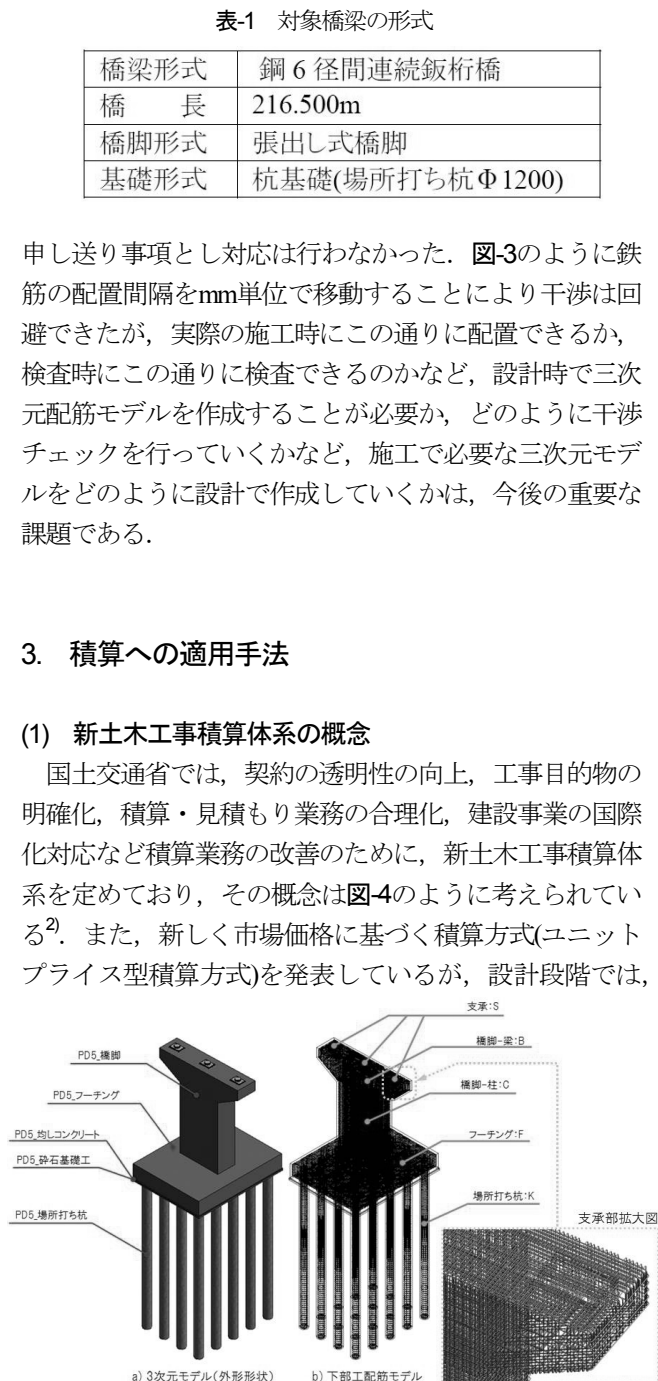


図-1 橋梁の全体モデル



### 3. 積算への適用手法

#### (1) 新土木工事積算体系の概念

国土交通省では、契約の透明性の向上、工事目的物の明確化、積算・見積り業務の合理化、建設事業の国際化対応など積算業務の改善のために、新土木工事積算体系を定めており、その概念は図-4のように考えられている<sup>2)</sup>。また、新しく市場価格に基づく積算方式(ユニットプライス型積算方式)を発表しているが、設計段階では、

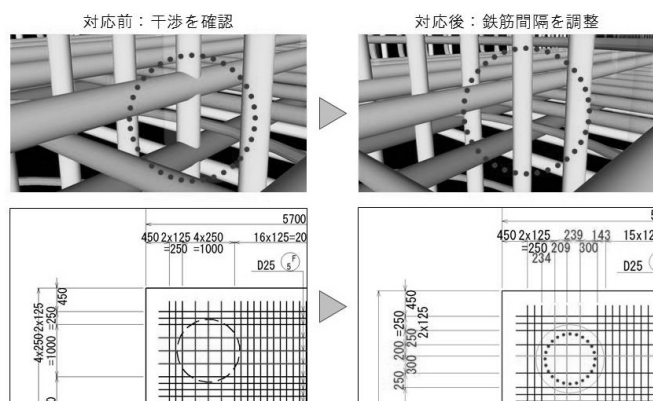


図-3 干渉箇所の修正

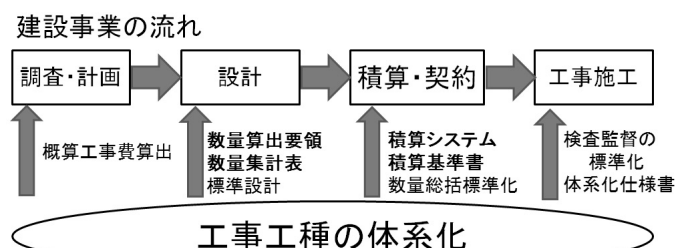


図-4 新土木工事積算体系の概念

前者の数量算出要領に基づいて作成される数量集計表をもとに積算が行われている。したがって、三次元モデルから積算を行う場合も、この数量算出要領に基づいた数量計算表を作成すれば良いはずである。

数量算出要領によるコンクリート橋脚の主な項目を示すと表-2のようになる。実際の工事費の算出にあたっては、仮設計画や施工計画も行わなければならない。しかし、設計時に現地の詳細な情報が得られているわけではないため、新土木工事積算体系では、標準的な工法の採用を想定しており施工方法は規定していない。このため、二次元モデルから作成している数量計算書には表-2の右端に示すような施工条件が不足していることが分かった。

## (2) 数量の比較

表-2 積算階層

| 工種      | 種別     | 項目         | 規格        | 条件            | 施工条件                                                                                      |
|---------|--------|------------|-----------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンクリート工 | コンクリート | コンクリート     | 呼び名       |               | ・養生工の種類<br>・生コンクリートの夜間割増の有無<br>・圧送管組立・撤去の有無<br>・圧送管延長 (m)                                 |
|         |        | 均しコンクリート   | 呼び名       |               | ・養生工の種類<br>・生コンクリートの夜間割増の有無<br>・コンクリート割増率<br>・ポンプ車供用日当り運転時間<br>・圧送管組立・撤去の有無<br>・圧送管延長 (m) |
|         | 型枠工    | 型枠         | 一般型枠      |               |                                                                                           |
|         |        | 均しコンクリート型枠 |           |               |                                                                                           |
|         | 鉄筋工    | 鉄筋径        | 鉄筋径       | 高強度<br>(歩掛なし) |                                                                                           |
|         |        | ガス圧接       | 鉄筋径       | 一般<br>(歩掛なし)  | ・時間的制約を受ける場合の補正<br>・夜間作業補正                                                                |
| 仮設工     | 足場工    | 足場         | 手摺先行型枠組足場 |               | ・安全ネット<br>・ラフテレーンクレーン賃料補正                                                                 |
| アカー箱抜き  | 支保工    | 支保         | くさび結合     | 支保耐力          | (歩掛なし)                                                                                    |
| 土工      | 作業土工   | 床掘り        |           |               |                                                                                           |
|         |        | 埋戻し        | 埋戻し種別     |               |                                                                                           |
|         | 残土処理   | 残土         |           |               |                                                                                           |

表-3 属性設定例

| 分類    | 属性              | 計算式・値                          | パラメータ           | 値                            |
|-------|-----------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|
| マテリアル | 構造マテリアル         | コンクリート                         | マテリアルと仕上げ       |                              |
|       | 足場工 (掛m2)       | $=(a*2+g*2+8800mm)*設置高H$       | 構造マテリアル (既定値)   | コンクリート                       |
|       | 表面積             | $=a*h+1/2*(a+b)*i+b*j$         | 構造              |                              |
|       | 支保工 (空m3)       | $=1/2*(k+e)*l*g+1/2*(n+f)*m*g$ | 足場工 (掛m2)       | 596.400                      |
|       | 一般型枠面積          | $=表面積*g$                       | 表面積             | 111.220                      |
|       | 一般型枠面積          | $=表面積*2+(c+e+d+f+h*2)*g$       | 支保工 (空m3)       | 245.700                      |
| 寸法    | 設置高H            | $=h+i+j$                       | 体積              | 333.660                      |
|       | 養生工の種類          |                                | 一般型枠面積          | 319.831                      |
|       | 足場工種別           | 手摺先行型枠組足場                      | 寸法              |                              |
|       | 生コンクリートの規格      | 24-8-25                        | モデルプロ/ティ        |                              |
|       | 支保耐力 (コンクリート圧力) | $40kN/m^2 < W \leq 80kN/m^2$   | 養生工の種類          |                              |
|       | 支保工法            | くさび結合支保                        | 足場工種別           | 手摺先行型枠組足場                    |
| 積算    | 安全ネット           | 有り                             | 生コンクリートの規格      | 24-8-25                      |
|       | 圧送管組立・撤去の有無     | 無し                             | 支保耐力 (コンクリート圧力) | $40kN/m^2 < W \leq 80kN/m^2$ |
|       |                 |                                | 支保工法            | くさび結合支保                      |
|       |                 |                                | 安全ネット           | <input type="checkbox"/>     |
|       |                 |                                | 圧送管組立・撤去の有無     | <input type="checkbox"/>     |

表-4 数量比較

| 部材         |        | 鉄筋の重量 (t)  |           | 比率     |
|------------|--------|------------|-----------|--------|
|            |        | ①2D 設計成果   | ②3D モデル   |        |
| 躯体工        | 梁 (B)  | 9005.028   | 8963.451  | 99.54% |
|            | 柱 (C)  | 33731.539  | 33229.545 | 98.51% |
|            | 支承 (S) | 348.239    | 342.541   | 98.36% |
| フーチング工 (F) |        | 53518.293  | 53281.906 | 99.56% |
| 場所打ち杭 (K)  |        | 3909.798   | 3908.965  | 99.98% |
| 合計         |        | 100512.897 | 99726.408 | 99.22% |

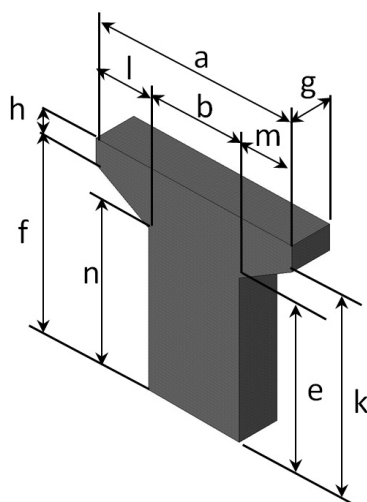
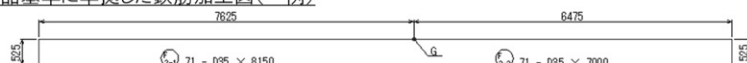


図-5 属性設定のためのパラメータ

納品基準に準拠した鉄筋加工図(一例)



折り曲げ鉄筋を考慮した鉄筋加工図(一例)



図-6 鉄筋の表示方法の違い

### (3) 積算への適用

施工条件以外の数量は、三次元モデルから問題なく算出することが可能であった。積算時に三次元モデルが利用できないと考えられているのは、表-2に示したような施工条件がこのモデルに設定されていないためである。前述のように設計側では、標準的な施工手順を想定しているだけであり、積算に必要なすべての条件を設定しているわけではない。

設計側では事前に積算に必要な項目を属性として三次元モデルに追加しておくことにより、三次元モデルと積算システムとの連携が可能となる。表-3の積算欄は、こうした積算で必要な属性を設計側でセットしておくことにより、発注時の積算で設定することにより、工事費用が算出でき、さらにこのモデルを入札時の応札業者に渡すことにより、施工計画の変更などに対応して、応札業者独自の考え方により応札も可能となり、より現実的な積算・入札・応札が可能になるものと考えられる。

の工事費の積算には、さらに詳細な施工計画を考慮する必要がある。現状の設計業務ではこうした点までは求められていないため、詳細設計業務の成果だけで積算を行うことはできない。しかし、コンクリート橋脚のように施工対象を明確にすることにより、必要とされる属性が明確になるため、こうした情報を三次元モデルの付加しておくことにより、三次元モデルからの積算も有効に行えることを示した。

この他に、数量計算方法において面積はCADソフトの利用が可能であるが、体積に関しては平均断面法を用いることとなっており、三次元モデルから数量を算出する根拠として、どのようにするかなど、さまざまな点で多くの課題がまだ存在するものと思われる。

今後は、三次元モデルを用いて積算するために必要な属性情報を付加し、積算システムの連携できるシステムの開発を行い、実際の積算業務への適用を行う予定である。

## 4. まとめ

本報告では、平成24年度CIMモデル事業の概要とそのうちの一つの事例についてその内容を報告した。このCIMモデル事業で作成した三次元モデルを用いて、積算に適用する際に必要な事項について検討を行った。

積算は、詳細設計業務で得られる情報を元に行われていると考えがちであるが、実際には、設計側では標準的な施工方法による工事費を算出しているにすぎず、実際

## 参考文献

- 1) CIM技術検討会：CIM技術検討会平成24年度報告，2013.
- 2) 国土技術政策総合研究所：新土木工事積算体系と積算の実際，2001.