

# 実プロジェクトの BIM モデル構築を通じた本格参入の課題に関する一考察

学生氏名 横森 純一  
指導教員 皆川 勝

所属 東京都市大学工学部都市工学科 計画マネジメント・皆川研究室  
E-mail g1218096@tcu.ac.jp

公共事業では、計画→調査→設計→積算→施工→維持管理という流れにおいて、多くの人々が関係しながら道路や橋梁といった公共施設が築造・運用されている。日本の建設業の課題である、労働生産性、建設業就業者の少子高齢化、老朽化したインフラ施設の割合、建設投資、許可業者数及び就業者数の有効な解決策の一つとして、BIMがある。建設設計・生産プロセスで3次元モデルデータを一元管理するBIMの考え方が海外で急速に広がりを見せており、今後日本でも急速に普及・発展していくことが予測される。

そこで、本研究では、国土交通省の産官学CIMプロジェクトでCIM試行対象となっている事例を調査し、利点・欠点を評価・検討した上で、日本で建設ライフサイクル全体に活用していただけるためのBIM、CIMを導入するための提案を行う。

**Key Words:** *Building Information Modeling, Civil Information Modeling, 産官学CIM, Infrastructure,*

## 1. 序論

### (1) 背景

公共事業では、計画→調査→設計→積算→施工→維持管理という流れにおいて、多くの人々が関係しながら道路や橋梁といった公共施設が築造・運用されている。近年、建設産業界には様々な課題が存在している。

日本はもとより海外の共通の課題として、建設産業の労働生産効率は、全産業と比べ低いため（日本の場合0.7倍）、建設産業の労働生産性の効率化が求められている。図-1より製造業等の生産性がほぼ一貫して上昇したのとは対照的に、建設業の生産性は大幅に低下した。これは主として、建設生産の特殊性（単品受注生産等）および就業者数削減の遅れ等によると考えられる。近年は建設業就業者数の減少もあり、概ね横ばいに近い動きとなっている。

また、図-2より建設業就業者数を年齢階層別にみると、高齢層の割合が高まっている。このような高齢化の傾向は、他産業と比べても顕著である。就業者の高齢化は産業活力の維持、強化の点で大きな問題であり、また、団塊世代の多数の技術者、熟練技能者の退職が進行しつつある中で、建設生産システムの中核をなす技術、技能の継承が当面の大きな課題である。図-2より若年層の割合が減少していることも確認する事ができ、これは若年層の建設業に対するイメージによる、就業者減少ではないかと考える。

高度経済成長期に建設された、公共施設、インフラ施設などの老朽化し維持管理が求められてくる。表-1より建設後50年以上経過したインフラ施設の割合は約20年後には、ほとんどの施設で50%を越え老朽化が危惧される。このことから、今後維持管理時代が到来するだろうと考えられている。

図-4より建設投資、許可業者数及び就業者数の推移は、建設投資額（平成23年度見通し）は、約47兆円で、ピーク時（4年度）から約45%減少している事が分かる。建設業者数（22年度末）は約50万業者で、ピーク時（11年度末）から約17%減少している。また、建設業就業者数（22年平均）は498万人で、ピーク時（9年平均）から約27%減少している。このことから、建設業就業者の年齢層だけではなく、建設業者数、就業者数の減少傾向があり、建設業の大きな課題としてあげられる。

これらの課題解決に向けた有効策の一つとして、海外で積極的に取り組まれている、建設設計・生産プロセスで3次元モデルデータを一元管理するBIMがある。日本でも、ITインフラの進化や「透明性」が要求されてきた。また、コストや工期、品質に関する普遍的な要請に対してのメリット、フロントローディングを効果的にサポートできる。以上の理由からBIM（Building Information Modeling）が日本でも今後、急速に普及・発展していくことが予測される。

国土交通省では、平成24年度からのCIM導入に向

けた取り組みを実施しており、その一環として、産学官の検討体制を構築し、平成26年度及び平成27年度の2年間にわたり、実モデル構築を通じた検討を行っている状況である。CIM 制度検討の中期目標 (H24-H28) である「CIM 導入ガイドラインの策定」に向けて産官学で、橋梁、ダム、河川、トンネルの実モデル構築を通じた課題抽出、対応検討を行っている。

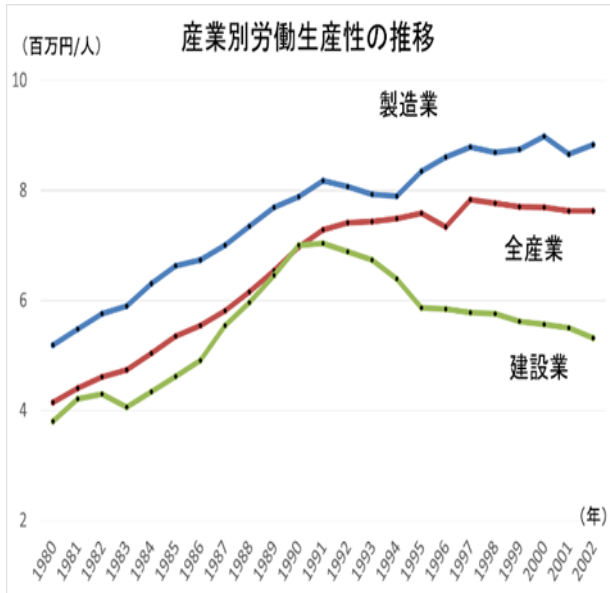


図-1 産業別労働生産性の推移<sup>1)</sup>

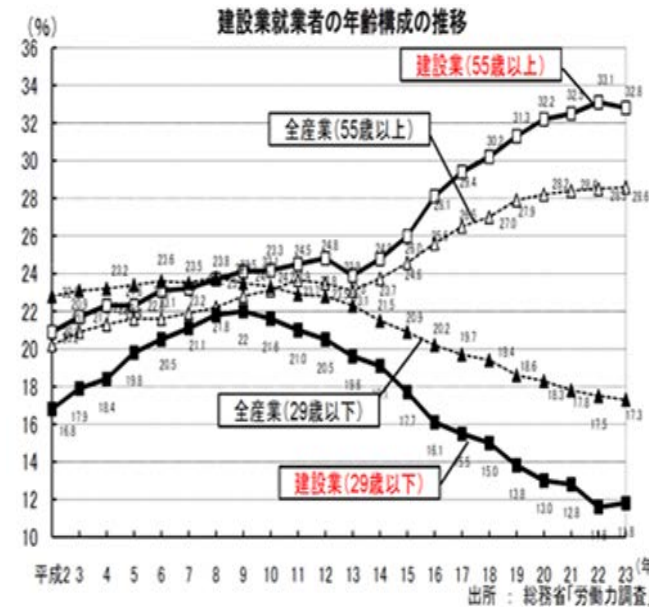


図-2 建設業就業者の年齢構成の推移<sup>2)</sup>

表-1 建設後50年以上経過したインフラの割合<sup>3)</sup>

	平成22年度	平成32年度	平成42年度
道路橋 ※約15万5千橋 (橋長15m以上)	約8%	約26%	約53%
排水機場、水門等 ※約1万施設	約23%	約37%	約60%
下水道管きよ ※総延長:約43万km	約2%	約7%	約19%
港湾岸壁 ※約5千施設	約5%	約25%	約53%

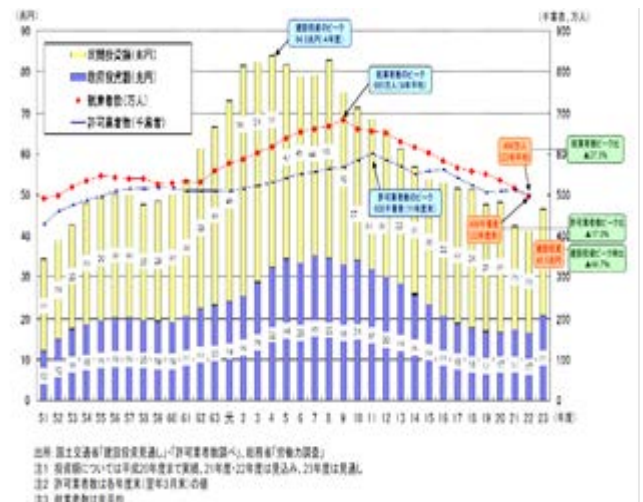


図-3 建設投資、許可業者数及び就業者数の推移<sup>1)</sup>

## (2) 目的

日本の社会的背景を踏まえた上で、今後、普及・発展していくと考えられるBIM,CIMを調査し考察を行う。国土交通省の産官学CIMプロジェクトでCIM試行対象となっている事例を調査し、利点・欠点を評価・検討した上で、日本で建設ライフサイクル全体に活用していただけるためのBIM,CIMを導入するための提案を行うことを目的とする。

## 2. 研究概要

### (1) CALS/ECとは

企画から設計、施工、維持管理まで建設生産システムの成果を高めるキーワードのひとつが情報の共有である。BIMの主な目的として情報共有が挙げられているが、この情報共有から業務の効率化を図ろうとしたのは、今に始まったことではなく、国土交通省が、1997年から設計情報等の電子化による効率的な処理を進めることを目的に開発・普及に取り組んだCALS/ECが始まりである。

CALS/EC(Continuous Acquisition and Life-cycle

Support / Electronic Commerce)とは、「公共事業支援統合情報システム」の略称であり、従来は紙で交換されていた情報を電子化するとともに、ネットワークを活用して各業務プロセスをまたぐ情報の共有・有効活用を図ることにより公共事業の生産性向上やコスト削減等を実現するための取り組みです。

CALS/ECの結果として、図面や写真の電子納品、電子入札などの成果を得てはいるが、電子情報を施工段階において十分に活用できていない。その一方で、民間の建築現場では、3次元建築情報により設計、施工の情報共有を進めるBIMが効果をあげはじめ、国土交通省では営繕工事でBIMの試行を行うとともに、土木についてもCIMと称して開発に着手した。さらに、携帯情報端末機の発達は、建設現場における情報交換に大きな変化を引き起こそうとしている。

つまり、BIM/CIMはCALS/ECの延長線上の取り組みであるが故に、CALS/ECの課題を解決していかないとBIM/CIMの導入でも同じ失敗をしてしまう。

#### a) CALS/ECの有効性

発注者の観点から見た公共事業の特徴として、関係者間の頻繁な情報交換、交換される情報が多様であり、多いという点、維持管理が重要であり、それを支える情報の役割が大きいといった特徴がある。

また、CALS/ECの有効性として、情報の電子化による作業の簡易化、保管スペースの削減、伝達ミスの減少などが挙げられる。表-2に示す。

#### b) CALS/ECの成功と失敗

#### ■成功したこと

・CALS/ECにおける個別の要素技術。電子入札の利用が拡大し、電子納品はCAD図面や写真、測量成果品など様々な基準が整備された。

#### ■できなかったもの

・CALS/ECにおける建設生産システム全体のワークフローが未完成。電子契約は未達成、電子納品された成果品はあまり活用されていない、設計から施工、施工から維持管理の間での情報共有も出来ていない。

#### ■なぜ失敗したのか？

・国交省のCALS/EC担当者は、この10年間、ほぼ2年ごとに交代し、CALS/ECが抱える課題は先送りされ続けてきた。

・今までの現状では、CALS/ECに対応するために必要な費用は受注者が負担していた。そのため、民間業者もCALS/ECに対応しても、自らの生産性向上につながらないばかりか手間ばかり増えることが判っている。

#### c)改善策

・CALS/ECのロードマップが実現するまでは何年かかっても腰を据えてCALS/EC担当を続けていれば、早期に実現の可能性があったかもしれない。

・CALS/ECに対応するために必要な費用は発注者側が負担する。生産性向上が向上すれば、投資した金額以上の利益が出ると考える。

公共分野でのBIM本格導入の際に、CALS/ECでの失敗を活かすことが非常に重要である。

表-2 CALS/ESの有効性

発注者の観点から見た公共事業の特徴
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 発注者、設計者、施工者、資材供給者等の関係者が多く、この間で頻繁に情報交換が行われる。</li> <li>• 交換される情報は、文書のみならず、図面や写真、設計書等、多様で量が多い。</li> <li>• 施設のライフサイクルが長く、長期間にわたる維持管理が必要であり、これを支える情報の役割が大きい。</li> </ul>
効率的な業務の遂行が可能となる
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 情報の電子化により、保管スペースが削減され、かつ、検索が簡易・短時間で可能となる。</li> <li>• 通信ネットワークを利用し、短時間でどこでも情報交換でき、より迅速な業務の執行が可能となる。</li> <li>• 情報の共有により、行き違いや伝達ミスがなくなる。</li> </ul>

## (2) BIMとは<sup>4)</sup>

「BIM」とは、Building Information Modelingの略称で、IT技術を応用した欧米生まれの新しい建築手法である。建物とこれに関わるあらゆる情報を、コンピュータ内に建てた「3次元建築モデル」に集約・統合し、これを一種の建物データベースとして設計から施工、維持管理に至るプロジェクト全体で活用しようというものである。建築の生産プロセスには、意匠・構造・設備等の設計から各種解析や積算、施工まで多段階にわたる業務が発生する。従来はこの長く複雑なステップを、紙の図面や2次元のCADデータで伝達していたが、ロスやミスが多く、コミュニケーション手段としても不十分であった。これを3次元建築モデルデータのやり取りに置き換え、プロジェクト全体の流れを効率化して、より安くより良い建物を造ろうというのがBIMの狙いである。



図-4 BIMによる完成予想図<sup>4)</sup>

また、BIMとはプロジェクトの物理的、機能的な情報ICT関連技術を活用して統合した業務執行プロセスであり、実現すると、以下のメリットが挙げられます。

表-3 BIMによるメリット

- a 情報の利活用による設計の可視化
- b 設計の最適化（整合性の確保）
- c 施工の高度化（情報化施工）、判断の迅速化
- d 維持管理の効率化、高度化
- e 構造物情報の一元化、統合化
- f 環境性能評価、構造解析等高度な技術解析の適用

### a) 情報の利活用による設計の可視化

図面とは、建物を色々な方向や切り口から見て、平面図、立面図、断面図といった2次元の組み合わせで、表現する手法です。これに対し、BIMは、コンピュータ上に実際の建物を3次元で作りに上げる手法。CGと似ているが、見える部分だけをモデル化するCGに対し、BIMは壁や天井裏に隠れた柱や梁、配管や空調ダクト等まで忠実にモデル化出来ます。

### b) 設計の最適化（整合性の確保）

図面を途中で変更すると、関連する他の図面も修正して整合させる必要がありますが、実際にはそこで修正間違いが起こりがちです。その点、BIMでは3次元の基データを修正し、図面を描き直すだけで整合性が自動的に取れるので、チェック作業が大幅に省力化できます。

### c) 施工の高度化（情報化施工）、判断の迅速化

施工段階では、設計、構造、設備の干渉問題が起こりがちですが、BIMには干渉チェック機能があるため、設計段階でそれを発見することができます。このことをフロントローディング（作業の前倒し）といいます。

### d) 維持管理の効率化、高度化

維持管理において必要なデータ（属性データ等）を連携させることにより、維持管理での3次元モデルが構築され、管理の効率化・高度化が可能となる。

### e) 構造物情報の一元化、統合化

施工時に時間軸と金を追加（4次元・5次元モデル）するなどの応用し1つのモデルに統一することで、施工計画の最適化、効率的な施工管理、安全の向上等が可能となる。

### f) 環境性能評価、構造解析等高度な技術解析適用

BIMデータを気流・音・熱環境シミュレーションなどに活用し、更に、合理的構造形式の検証や設備機器の立体的納まりの検証に展開されている。

つまり3次元形状を含む、設計、施工、維持管理それぞれの業務で必要なすべての情報を相互連携させたデータベースを必要に応じて参照、活用しながら業務を進める手法と言える。

BIMにより建設事業の各段階で利用する情報を共有化することで、本来であれば後工程でないといえない情報（フロントローディング）も前もって利用できるというメリットが特徴です。

## (3) 土木におけるBIM<sup>6)</sup>

BIMという言葉はその「Building」という響きから永く建築（Vertical Construction）に特化した技術あるいはプロセスのように思われていた。ところが近年この「Building」を「建設する」あるいは「築造する」のように動詞と捉えることにより土木

（Horizontal, Heavy Construction）分野でも使用され始めた。本研究でもCIM=BIMを同義とみなす。BIMは現在建設業界のさまざまな変化の中で最もその導入効

果や影響が顕著かつ期待される情報利用技術の一つと言える。

(4) CIMとは

CIMとは、Construction Information Modeling/Managementの略称である。調査・設計段階からの3次元モデルを導入し、施工、維持管理の各段階での3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にするとともに、一連の建設生産システムの効率化を図るものである。3次元モデルは、各段階で追加、充実化され、維持管理の効果的な活用を図る。図-5にCIMの概念を示す。

a) CIMによる効果、メリット

CIMを試行する事により、景観検討、住民説明等へ

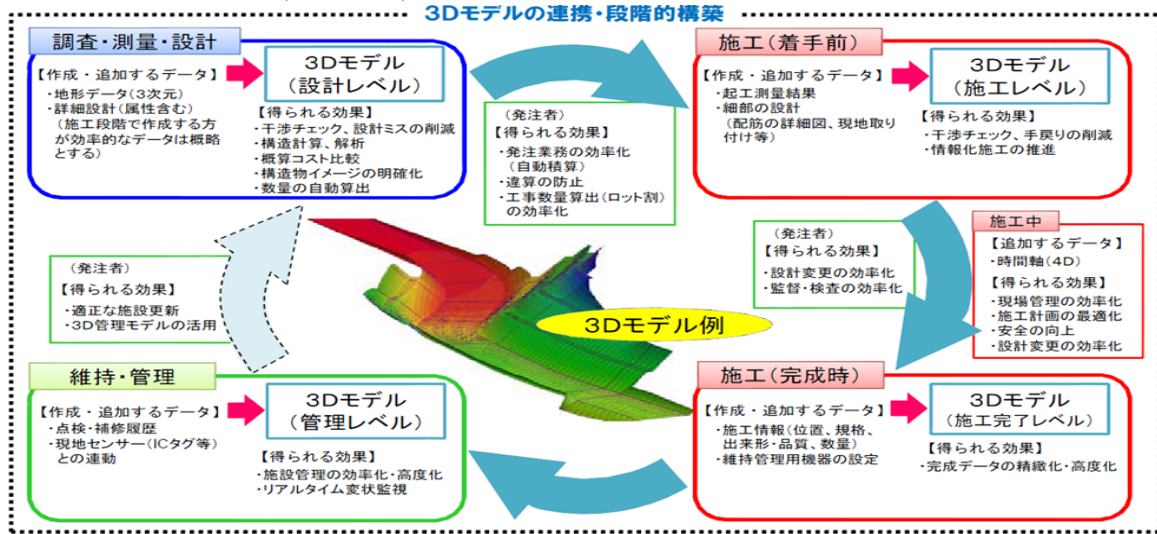


図-5 CIMの概念<sup>7)</sup>

(5) 産官学CIM

産官学CIMとは、産、官、学が協働し、CIM制度検討の中期目標(H24-H28)である「CIM導入ガイドラインの策定」に向けて、実モデル構築を通じた課題抽出、対応検討を行う体制のことである。

- ・産：CIM技術検討会 等
- ・学：土木学会
- ・官：国土交通省(本省、地方整備局、事務所、国土技術政策総合研究所)

産官学CIM検討体制を図-6に示す。

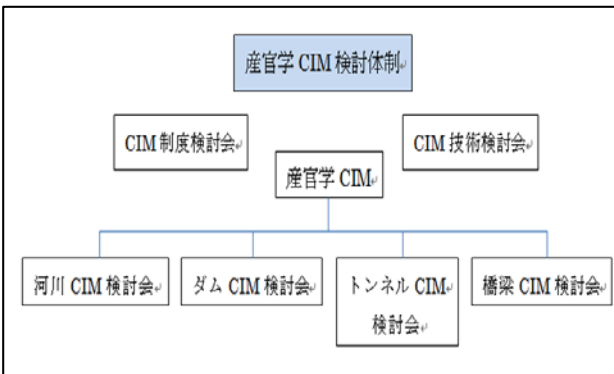


図-6 産官学CIM検討体制

の活用ができ、計画検討の効率化・短縮化が図られる。また、構造計算・環境評価の迅速化や図面変更等が容易になることで、設計ミスが減少するといった効果が見込まれる。その他に、概算コストの比較が容易化、積算の簡素化(事務負担の軽減)といった効果が挙げられている。

CIMを試行する事によるメリットとして、地形、周辺構造物、地下埋設物等との干渉チェックを施工段階で実施する事で、従来のような設計の手戻りがなくなる。情報化施工への推進、施工計画の最適化する事による工期の短縮が見込まれる。出来形・品質管理、検査の効率化といった、メリットが挙げられる。その他に、効率的な維持管理・更新が実現できることが予想される。

検討内容として、河川、ダム、トンネル、橋梁のCIMを既に活用している案件を対象に維持管理段階までのCIMモデルを構築し、以下の表-4の事項を検討する予定である。

表-4 産官学CIM検討内容

検討内容
建設生産プロセスの各段階(調査、設計、施工、維持管理)に必要なモデル構築の精度
各段階で付与すべき属性情報
各段階間のデータ受渡しに関する課題と対応
受発注者間のデータ共有に関する課題と対応

河川、ダム、トンネル、橋梁の四つの内の国土交通省の産官学CIMプロジェクトでCIM試行対象となっている橋梁CIMの情報を提供して頂き、その事例から、利点・欠点を評価・検討する。

(6) 産官学 CIM プロジェクト事例

はじめに、産官学 CIM プロジェクトで CIM 試行対象となっている橋梁を A 橋と仮定する。

a) 業務の目的

このプロジェクトは、国土交通省が推進する「CIM の導入」におけるモデル事業である。詳細設計段階での CIM 試行業務として、工事施工、維持管理を見据えた CIM モデル構築、活用を行い、CIM 導入に対する課題の整理、効果検証を行うことを目的とする。

b) 対象橋梁概要

このプロジェクトにおける、対象とされる橋梁の概要を表-5 に示す。

また、プロジェクトの対象橋梁である A 橋は、図-7 より、上り線と下り線があり、上り線が CIM 試行対象となっている。従来手法で行う下り線と CIM 試行対象となっている上り線を比較している。

表-5 対象橋梁概要

対象橋梁概要	
道路規格	第4種第3級 V=60km/hr(側道)
有効幅員	9.000m
上部工形式	鋼4 径間連続非合成箱桁 橋長:132.700m
下部工形式	逆T式橋台:2基(中堀SC+PHC 杭φ800) 小判形壁式橋脚:3基(中堀SC+PHC 杭φ800)
架設工法	トラッククレーン+ベント式工法架設

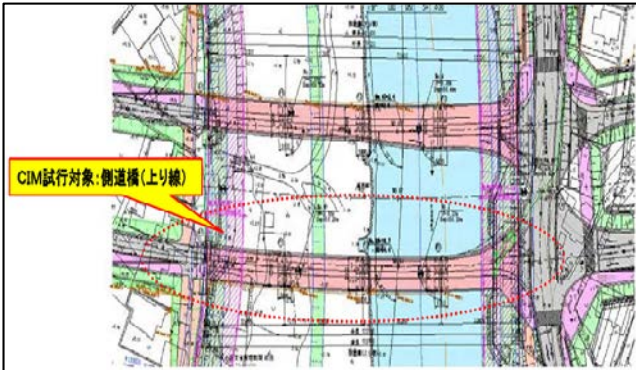


図-7 A 橋全体図<sup>8)</sup>

c) CIM 試行内容

本プロジェクトでの CIM 試行内容を表-6 に示す。また、試行内容の実施方針として、詳細設計、施工計画の進捗に平行して CIM モデル作成作業を進めていくことが方針である。詳細設計、施工計画の流れとして、計画の立案→モデルの作成→効果検証という流れで、CIM 試行を実施している。

従来の詳細設計業務の流れに沿い、CIM を手段として随時活用し、それぞれの CIM 実施場面で評価検証を行っている。

表-6 A 橋 CIM 試行内容

CIM試行内容(業務計画実施内容)	
①	CIMモデル事業に関する実施計画の立案
②	A橋(上り線)モデル化
③	A橋(上り線)の配筋モデル化
④	周辺地形及び構造物のモデル化
⑤	仮設・施工計画の立案及びモデル化
⑥	作図及び図化
⑦	属性情報の付与
⑧	CIMモデル導入の効果検証

d) CIM 効果検証場面・評価

詳細設計における、CIM 効果検証場面の作業時間を計測し、従来手法との比較を行う。そこから、CIM 効果検証場面ごとに発注者視点、受注者視点での定性評価を行う。CIM 効果検証場面を表-7 に示す。

表-7 CIM 効果検証場面

CIM効果検証場面	
①	設計条件確認(地形、地物のモデル化)
②	橋梁基本計画における確認
③	上部工計画(拡幅部主桁配置の検討)
④	下部工計画(既設放水路撤去、A2橋台施工時の検討)
⑤	景観検討、関係者協議(付属物の取り合い検証)
⑥	橋梁構造モデル化(3D全体一般図CADモデル)
⑦	詳細設計、詳細図作成(橋梁構造、配筋CIMモデル化)
⑧	付属物のモデル化、上下部工取り合い確認
⑨	施工計画(施工確実性のシミュレーションによる確認)
⑩	数量計算(打設ロットを加味したCIMによる数量算出)

表-7 の場面ごとに得られる発注者、受注者視点での効果を下記に記す。

・発注者視点による定性評価

【場面-1】 設計条件確認(地形、地物のモデル化)

最初から3次元基盤モデルを作ることで、その後のプロセスでの各種活用が図られる。

【場面-2】 橋梁基本計画における確認

複数の断面を生成し、検討を行わなければならないケースでは、検討時間の短縮が期待できる。

【場面-3】 上部工計画(拡幅部主桁配置の検討)

最初から3次元基盤モデルを作ることで、その後のプロセスでの各種活用が図られる。

【場面-4】 下部工計画(既設放水路撤去、A2橋台施工時の検討)

施工段階での施工計画、関係者の合意形成、安全管理上の認識共有などで効率化が図られる。

【場面-5】 景観検討、関係者協議(付属物の取り合い検証)

見落としがちな計画不正を防止することが可能である。

【場面-6】 橋梁構造モデル化(3D全体一般図CADモデル)

今後、3次元CADによる全体可視化モデル生成は標準仕様とすることを検討したい。

**【場面-7】 詳細設計, 詳細図作成 (橋梁構造, 配筋 CIMモデル化)**

詳細設計の効果は主に受注者の内部目的となるため,モデル作成範囲は受注者の任意としたい。

**【場面-8】 付属物のモデル化, 上下部工取り合い確認**

設計段階のミス,施工時の不具合が生じやすいので,全体可視化モデル生成は標準仕様としたい。

**【場面-9】 施工計画 (施工確実性のシミュレーションによる確認)**

施工段階での施工計画,関係者の合意形成,安全管理上の認識共有などで効率化が図られる。

**【場面-10】 数量計算 (打設ロットを加味した CIMによる数量算出)**

CIMによる数量算出は,積算作業においても概略数量として十分使えるものと考えられる。

**・受注者視点による定性評価**

**【場面-1】 設計条件確認 (地形, 地物のモデル化)**

一つの基盤に条件情報を統合することで,これまでの2次元図では不明確であった,条件情報の精度,取り合い,干渉を予め確認することができるため,計画検討プロセスにおける手戻り防止に効果ある。

**【場面-2】 橋梁基本計画における確認**

これまでの2次元図では不明確であった,条件情報の精度,取り合い,干渉を予め確認することができるため,計画検討プロセスにおける手戻り防止に効果ある。

**【場面-3】 上部工計画 (拡幅部主桁配置の検討)**

複雑な構造形状となる場合には3次元可視化確認を行うことが有効,2次元図面では見落とししがちな点(ディテール,施工方法)などの確認が可能となる。

**【場面-4】 下部工計画 (既設放水路撤去, A2 橋台施工時の検討)**

シミュレーションにより,施工手順が明確に表現されるため,これまで気づけなかった,動きによる矛盾,安全性の観点からも確認を行うことができる。

**【場面-5】 景観検討, 関係者協議 (付属物の取り合い検証)**

完成後の設置イメージを3次元可視化することで,2次元図面では見落とししがちな,設計段階での計画妥当性を確認することができ,施工段階での調整,手戻りを防止することができる。

(フロントローディング)

**【場面-6】 橋梁構造モデル化 (3D 全体一般図 CADモデル)**

3次元の一つの基盤に形状情報統合することで,条件情報の精度,取り合い,干渉を予め確認することができる。

**【場面-7】 詳細設計, 詳細図作成 (橋梁構造, 配筋 CIMモデル化)**

詳細設計により,3次元の一つの基盤に形状情報統合することで,条件情報の精度,取り合い,干渉を予め確認することができる。

**【場面-8】 付属物のモデル化, 上下部工取り合い確認**

上下部取り合い確認に限定することなく,複雑な細部構造部材同士の関係を可視化できるため,寸法,取り合いミスが低減できる。

**【場面-9】 施工計画 (施工確実性のシミュレーションによる確認)**

シミュレーションにより,施工手順が明確に表現されるため,これまで気づけなかった,動きによる矛盾,安全性の観点からも確認を行うことができる。

**【場面-10】 数量計算 (打設ロットを加味した CIMによる数量算出)**

CIMモデル内の数量集計表は,モデル形状の変更と連動するため,設計変更時の数量修正の手間の削減と,修正ミスの防止が期待できる.Revit で作成の場合。

**(7) 実プロジェクトにおけるメリット**

**a) CIMモデルを用いた設計協議での活用**

設計協議での活用の面でのメリットのとして,3次元モデル化することによる交差点案内標識の設置位置について3次元モデルで確認できるという点がある。図-8より,運転者視点での,標識設置による,信号機視認性の確認ができることがわかる。

3次元CADにより橋梁・周辺施設を一体として可視化し,検討・打合せに利用し,品質確保,合意形成の面から下記のような効果が得られた。

**①品質確保**

完成後の標識設置イメージを3次元可視化することで,2次元図面では見落とししがちな相互関係を確認し,施工段階での調整・手戻りを防止することができる。(フロントローディング)

**②合意形成**

完成形を同じイメージで共有し,関係者との確実な合意形成が図られることで,円滑な設計打合せを行うことができる。(複数の2次元図面を用いた説明では,異なるイメージを持つことがあった)

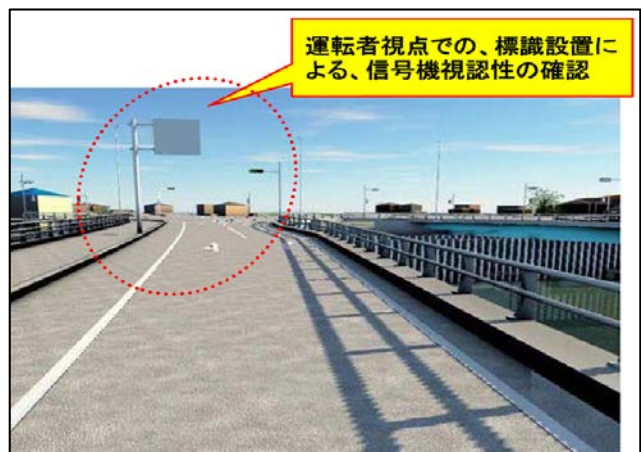


図-8 標識設置位置の確認<sup>8)</sup>

また、既設排水と A2 橋台施工の検証では、施工計画に基づく施工手順をシミュレーションし、検討・打合せに利用し、**図-9** より干渉を確認することができる。これによる、品質確保、合意形成、プロセスの効率化の面で下記のような効果が得られた。

**①品質確保**

シミュレーションにより、施工手順が明確に表現されるため、これまで気づかなかった資機材の搬入、安全性の観点からも確認を行うことができる。

**②合意形成**

時間軸を加えた（4D）シミュレーションを用いることで、合意形成を共通のイメージにより円滑に行うことができる。

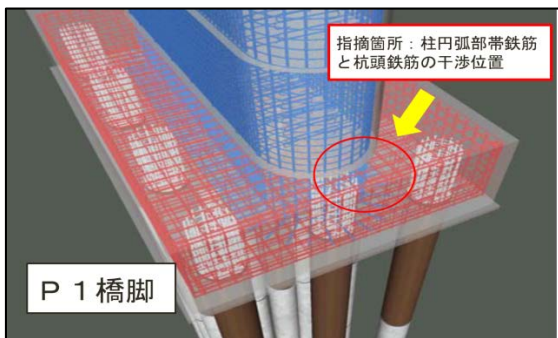
**③プロセスの効率化**

施工段階での施工計画、関係者による合意形成・安全管理上の認識共有などのプロセスにおいても効率化が図られる。

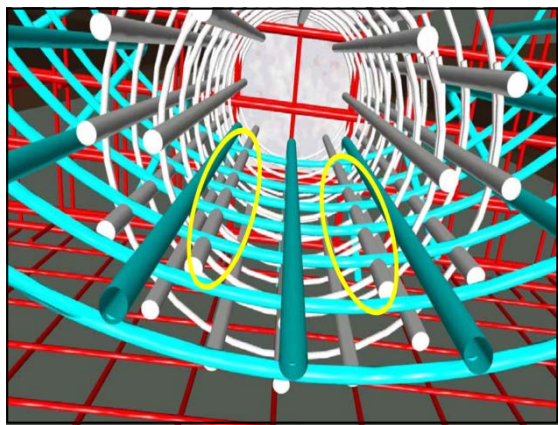
**b) CIM モデルを用いた設計照査**

鉄筋干渉チェックの面では、配筋モデルを加えた橋梁 3 次元モデルを用いた鉄筋などの内部干渉を照査することで、**図-9, 10** より、2 次元図面では確認できない干渉部位を確認することができる。**図-9** の干渉位置を拡大したものが **図-10** である。

鉄筋干渉の面での CIM モデルを用いるメリットとして、2 次元図面では発見しにくい干渉箇所を確認でき、設計精度向上が見込まれる。



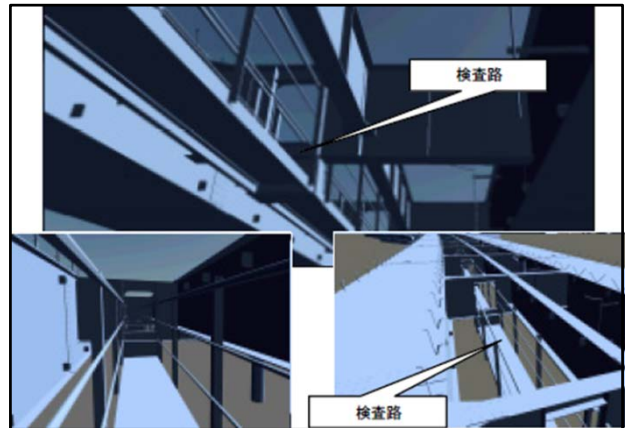
**図-9** 一次設計時における配筋状態<sup>8)</sup>



**図-10** 配筋状態（干渉部位）<sup>8)</sup>

**c) 維持管理・検査路**

維持管理をしていくために必要な検査路は、従来手法であると、縦横の平面であるため設計が困難である。しかし、3 次元モデルを作成することで、難しさが解消される。これにより、完成後の維持管理も円滑に進むと考える。



**図-11** 検査路のモデル化<sup>8)</sup>

**c) メリットまとめ**

CIM モデルを用いることで、施工段階での施工計画、関係者の合意形成、安全管理上の認識共有の面で効率化が図られる。完成後のイメージを 3 次元可視化することで 2 次元図面では見落としがちな、設計段階での計画の妥当性を確認することができ、施工段階での調整、手戻りを防止することができる。（フロントローディング）施工時に維持管理段階に必要な情報を付加すれば、LCC 低減につながる。

**d) 課題・追加検証**

実プロジェクトからの課題として、設計打ち合わせ、協議のための 3 次元化は手間が多いため、最終モデル生成のプロセスの中でモデルを利用するやり方が基本となる。3 次元での視点移動、可視化操作には習熟が必要であり、ツールの操作性の向上が今後期待される。どの活用場面においても、ツール向上による効果は多いためである。

また、一般図（モデル）作成では、地形モデル生成では 5m メッシュを使用していたが、詳細設計レベルとしては 5m メッシュデータでは、精度が不足していると考えられ、地理院が保有する 1m メッシュ、2m メッシュデータなどを簡易な手続きで利用できることが望まれる。

CIM を用いた取り合い確認では、一体的な照査を行うことができるため、これまで、取り合いミスが生じがちであった照査を確実に行うことができ、設計品質の向上に大きく寄与する。また、関係者協議等では、イメージを共有しながら確認が可能のため誤認防止に寄与する。

・現状においては、数量集計値の精度向上には、CIM モデル形状を正確に生成することが不可欠である。しか



し、正確な数量精度レベルを確保するために必要な精緻モデル（LOD400 相当）を生成するには、多大な手間を要する。

→CIMモデルの使用目的に応じた、作成方法のルール化が必要。

・3次元モデル単独で数量算出を行う場合には、その照査、確認方法がない。

→数量計算根拠が無い場合、CIMモデル形状からの数量抽出の機能認証担保が必要。

→現状では、従来設計による数量計算結果を元に対比照査が必要。

3次元モデルから2次元図面を作成した場合、従来の2次元設計図作成と比べて時間を要する原因として、次のことが挙げられる。

・寸法の無い断面を切出すことは容易であるが、図面として利用できるようにするためには、断面図のレイアウトや寸法表記など、従来の2次元図面作成作業と同程度の手間が必要。

→Revitはモデリングツールであり、2次元CADソフトで持つ機能を網羅していない。

・Revitではレイヤ設定の機能が無いため、成果図面として仕上げるには、CADデータ（DWG）をエクスポートし、AutoCAD上で修正を行う必要がある。この場合、エクスポートを行う時点で、3次元モデルと2次元図面間の関係は切れる。

→3次元モデルと2次元図の関係を保った利用を行う場合は、モデルからの参考断面としての利用に留める必要がある。

（今後のツールのCAD機能に期待）

現状においてはモデル生成、シミュレーション作成等の手間は多くかかるが、作成される施工手順説明データとしての活用の幅は大きい。モデル生成方法の効率化、ツール機能の向上が期待される。作成されたシミュレーションモデルは、施工段階での施工計画、施工関係者による合意形成、安全管理上の認識共有などのプロセスにおいて効率化が図られる。

### 3. まとめ

実プロジェクト、論文データから建設業や建設コンサルタント業等において実際に設計、施工を現場で進めていく立場からBIM/CIM導入の技術的課題や制度上の問題点等について明らかにしている

BIM/CIMを進めていくための課題は技術的なものだけでなく、契約制度や費用負担、監督・検査のあり方等制度的なものもある。

課題は、実際にBIM/CIMを導入・運用するには場合、技術開発、基準や制度の新たな策定や見直し等の解決すべき課題は多数ある。これらの課題を大別すると、大きく3つの課題に大別されると考えられる。

#### ① 運用・マネジメントに対する課題

- ・CIMモデル(データ)の運用
- ・モデルの精緻さ・精度、描画のルール
- ・工種、利用目的等に応じたモデルの使い分け
- ・各フェーズ間のデータ交換・モデル継承のルール
- ・属性情報の記録ルール・データ管理運用マネジメント(CIMマネージャー)

- ・データフォーマットの統一

- ・国際的なルール作りへの取り組み

- ・CIMの効果を発揮するため発注者(管理者)、設計者、施工者等の連携のあり方

- ・CIM導入が有効な場面、工種、規模等の明確化

- ・フロントローディングが有効な項目の明確化

- ・発注者だけでなく受注者がメリットを感じられる仕組みの構築

- ・設計施工一括発注等での効果検証・計画から設計、施工、維持管理までの各プレーヤの連携方法

- ・情報化施工とのデータ交換のあり方

- ・CIM導入に対応した契約、監督・検査、設計変更等のあり方

#### ② ソフト・技術面に対する課題

- ・人材育成やハード・ソフトの整備

- ・3Dソフトやツールやデータ(部品)群の充実

- ・3Dモデルの作成や操作を円滑に行うための人材育成

#### ③ コスト面の課題

- ・コスト負担のあり方

- ・CIM導入のためのハード・ソフトの初期投資

- ・モデル構築や運用にかかるコスト負担

課題は多く残されており、一つずつ改善していくことが望まれる。

## 4. 考察

BIM/CIMは建設ライフサイクル全体で用いていくことによって、さまざまなメリットがあり、今までにない事業の効率化が期待できる。事業の効率化が可能となれば1つのプロジェクトが早期に終わり、結果、作業員のコスト削減やBIMにおける可視化で早期に事業の課題を発見できコスト削減が図れる。

産官学CIM、実プロジェクトから出たメリットは、今後の建設ライフサイクルを変える要素となると考える。メリットだけでなく課題も浮き彫りになった本プロジェクトでは、シミュレーションモデルによる施工段階での合意形成、3次元可視化による干渉チェック、維持管理という面が今後も期待されるメリットであると考えられる。

また、情報の電子化がされるようになり、CALS/ECがはじまったように、技術が進化して今、BIM/CIMが日本の建設ライフサイクルに影響を与えていくだろうと予想される。

しかし、BIM/CIMという考え方は、知らない人が多いというのが現状である。社会的背景で挙げた建設業の少子高齢化という課題にも重なるものがあると考えられる。少子高齢化ということからまず、若者が土木へ

のイメージ,関心がなくなっていることが考えられる.BIM/CIMを扱える人材を増やす,そしてBIM/CIMのツール機能向上のために,BIM/CIMをより多くの人に知ってもらうこと,土木に関心を持ってもらうことが重要だと考える.

## 5. 結論

BIM/CIMを用いることによるメリットは幅広く,建設業界の課題の解決策と言えるだろう.

しかし,現状では多くの課題があげられており,ソフト面,ハード面ともに改善していく必要があると考える.現段階では,その課題を解決できるだけの情報量が不十分なのでCIM技術検討会の報告書の熟読を早急にすると必要があると考え.

## 参考文献

- 1) 日本建設業連合会:建設ハンドブック,pp23,2014.
- 2) 総務省統計局:労働力調査,2013.
- 3) 国土交通省:建設後50年以上経過したインフラの割合,2011.
- 4) 外崎康弘:営繕部におけるBIMの試行について-設計段階における成果と課題-,pp1,営繕部 整備課.
- 5) 土木学会 土木情報学委員会 米国 CIM 技術調査団:米国におけるCIM技術調査2013報告書,pp8-15,2013
- 6) 国土交通省 CALS/EC 推進本部:国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008,2013.3.
- 7) CIM 技術検討会: CIM 技術検討会 平成 25 年度報告,pp92,2013.
- 8) 国土交通省 関東地方整備局:産官学 CIM 実プロジェクト 2015.3

## BIM, PROMOTION OF THE CIM SPREAD

Junichi YOKOMORI

While many people are related, a road and the public accommodation such as the bridge construct it and, by the public works project, are managed in the flow called the plan → investigation → design → multiplication → construction → maintenance. Because Japan is lower in the construction industrial labor production efficiency than all industry as an overseas common problem from the start (in the case of Japan 0.7 times), efficiency of the labor productivity of the construction industry is demanded.

Therefore I lecture on BIM, CIM, promotion of the spread based on the effectiveness on really studying the example that the CIM enforcement was performed, and spreading CIM, BIM in this study in future.