

フロントローディングに注目した BIM/CIMの 課題抽出と契約形態に関する一考察

学生氏名 吉田 憶人
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 okt.1028fb@ezweb.ne.jp

近年、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 の考え方が世界で急速に広がりを見せている。アメリカでは産業界とともに、5D モデルを用いて IPD を実施中であり BIM を積極的に活用している。またヨーロッパでも情報共有システムを構築し、BIM の導入に積極的であり今後、世界的に普及・発展が予測される。日本でも BIM が今後、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、今後日本で到来するであろう BIM の導入期・普及発展期に向け、CALS/EC や建設業界の現状抱えている問題と、設計施工分離発注方式に注目し、BIM 導入におけるメリット、デメリットを考察する。

Key Words: *Building Information Modeling, Civil Information Modeling, revit.*
産官学 CIM フロントローディング 設計施工分離発注

1) 背景

近年、建設産業界には様々な課題が渦巻いている。産業力の指標の一つである労働生産性では、**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、若年層の減少が目立っており、相対的に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。

また、日本の首都圏のインフラ施設は、ほぼ完成されている近年で、**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ています。また、国内だけでなく、海外に市場を広げていくことは非常に重要な課題である。しかしながら、**図-3**より日本企業の海外の受注実績は安定していない。

これらの課題解決に向けた有効策の一つとして、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 の考え方が世界で急速に広がりを見せている。ヨーロッパでも BIM の導入に積極的であり、英国では2016年に公共工事は BIM が義務化される予定である。日本でも、①ITインフラの進化、②「透明性」が要求されてきた。③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。④フロントローディングを効果的にサポートできる。以上の理由により 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。しかしながら、建設業界の契約形態や、CALS/EC の知見を見直さない限り、円滑に BIM を導入することは困難であると考えられる。

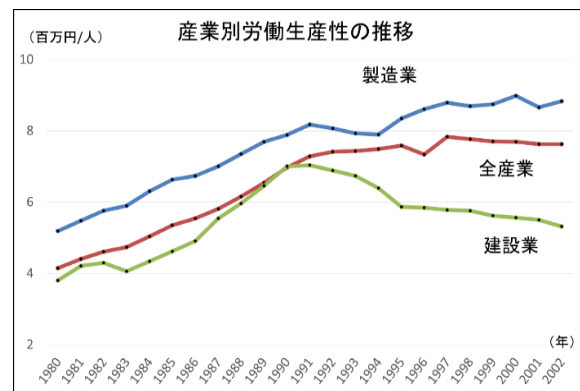


図-1 労働生産性¹⁾

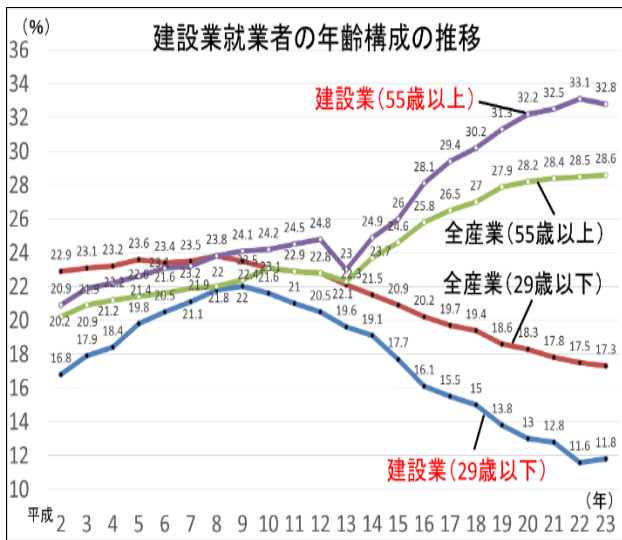


図-2 建設業就業者の年齢構成の推移

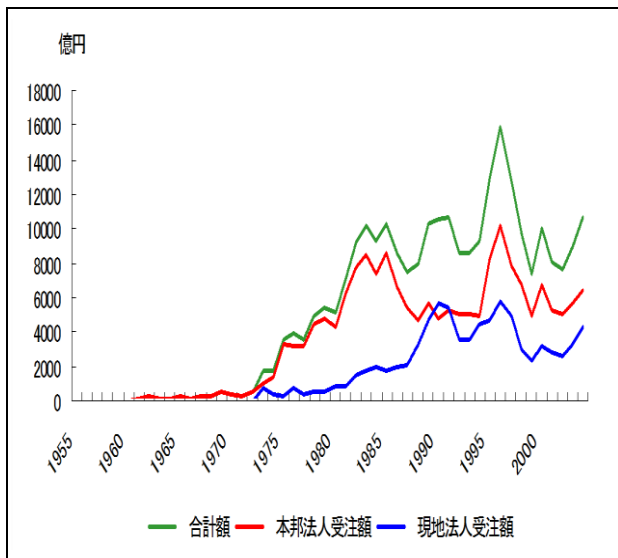


図-3 海外建設受注実績の推移³⁾

表-1 建設後50年以上経過したインフラの割合⁴⁾

	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%

2) 目的

本研究では、日本でBIMが導入・普及されていく際に、障害となると考えられる問題に注目し、過去の事例を調査する。そして、そこで得られた知見をもとに、契約形態などの制約とBIMが与える影響を考察し、建設業に取り入れていくための提案を行うことを目的とする。

3) 研究概要

(1) BIM⁵⁾

BIMとは、Building Information Modelingの略称であり、コンピュータ上に単に3次元で物体のカタチが表現できるというだけでなく、そこで構成される空間や各部材・機器等に、仕様・性能、コスト等の属性情報を持たせた建物情報モデルを構築することをいう。従来の3Dモデルでは、単なる3次元部材による形状の構成であり、そこに存在する情報は形状と仕上げ・材質のみであった。一方BIMは、コンピュータの仮想空間上に、実際の建物と同じモデルを構築し、設計・建設・運用のシミュレーションを行うことが可能となるものである。また、従来の3Dモデルでは不可能であったモデルからの図面や数量の書き出しも可能となり、かつ、それはモデルと連動しているため不整合も起こらない。

以上のようにBIMは、この建設モデルを設計から施工、維持管理に至るまで、建設ライフサイクル全体で一貫したデータを活用することにより、大きな効果が得られると言われている。図-4は左側がBIMを用いた仮想施工で、右側が実施工である。BIMモデルに作業工程などを付加させることで、工事関係者との意思疎通や安全確認などが可能になる。



図-4 BIM使用時における仮想施工と実施工との比較⁶⁾

(2) BIMのメリット

BIMとは設計、施工・維持管理での情報共有・活用であり導入すると表-2のメリットが挙げられる。

表-2 BIM導入によるメリット一覧

- a 情報活用による設計の可視化
- b 設計の最適化による整合性の確保
- c フロントローディング**
- 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 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ある。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る。図-5は完成した建物の写真であり、図-6がBIMを使ったモデルである。このように、骨組みである鉄筋や配管なども表現されているため、発注者、施工者、住民との合意がとりやすい。



図-5 実際の外装⁷⁾



図-6 BIMで作られた建物モデル⁷⁾

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るが、実際にはそこで修正間違いが起こりがちである。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る。図-7は、鉄筋と配管の干渉（不整合）をBIMの機能にある干渉チェックの図である。このように干渉を設計段階で確認できることで、施工時の設計変更・手戻りをなくすことができる。

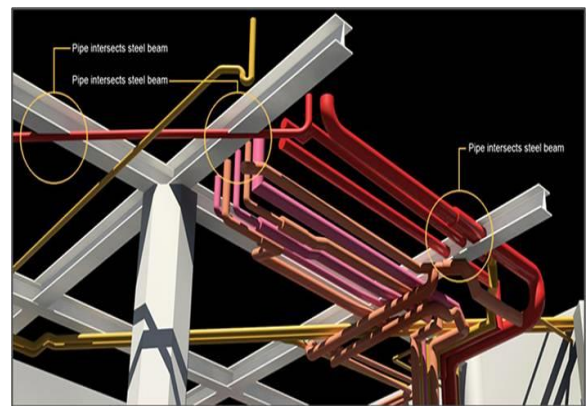


図-7 鉄筋と配管の干渉チェック

c) フロントローディング

フロントローディングとは、設計段階初期に負荷をかけ（ローディング）、作業を前倒して進めることである。BIMを活用しフロントローディングを実施することで、コストアップの要因となるあらゆる問題が排除され、生産性の向上が期待される。図-8はフロントローディングを実施することで、従来の設計プロセスに比べコストが削減されていることを示した図である。

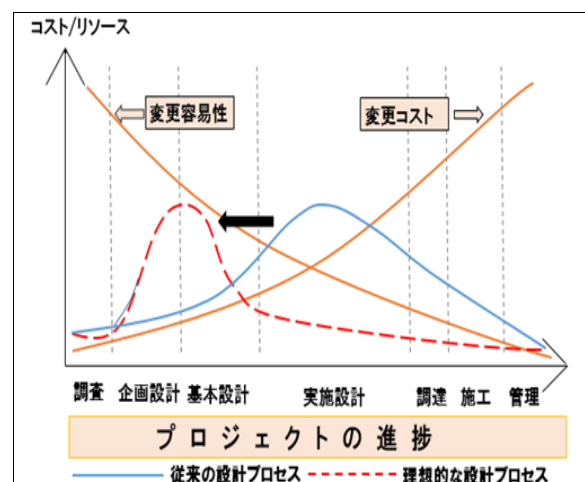


図-8 フロントローディング概念図

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) 構造解析等高度な技術解析の適用

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。

(3) BIM の課題

BIM モデルの課題を、大きく3つに分類して考える。①運用・マネジメントに対する課題について。②ソフト・技術面の課題に対して。③コスト面の課題について。これらの課題を表-3にまとめる。本研究では①の運用・マネジメントに対する課題に注目する。

現在の日本の契約形態は、設計者と施工者を区別する設計施工分離発注が主流である。この場合、設計段階で施工計画（施工者の意図）を把握することが困難なため、より活用的なモデルを作成しづらくなっている。そのため、フロントローディングによる生産性向上が望まれない。このように、契約上の問題がBIMの導入・普及を妨げると予想される。

図-9に設計施工分離発注の概略図を示す。設計段階では施工計画（施工者の意図）がわからないため、設計したモデルは施工段階で利用できるほどの情報を持ち合わせていない。そのため、従来の2次元図面と同じように、施工者がモデルを修正する手間が発生する。

表-3 BIM/CIM 導入の課題

BIM/CIM導入の課題	
運用マネジメント	BIM導入が有効な現場、工種、規模の明確化 設計・施工・維持管理までのBIMデータの受け渡し BIM導入に対応した契約・設計変更等の見直し 新しい契約形態・制度導入の透明性確保
ソフト・技術面	3Dソフトやツールやデータの確保 3Dモデルの作成や操作を行うための人材育成
コスト	BIM導入のための初期投資 モデル構築や運用にかかるコスト負担

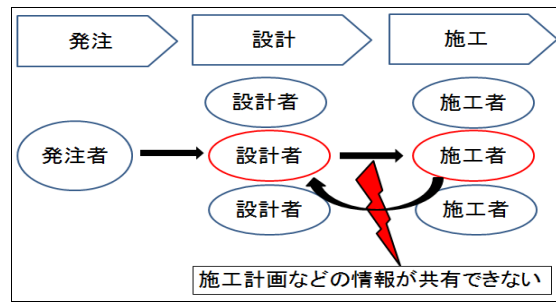


図-9 設計施工分離発注方式 概略図

設計施工分離発注の問題の解決策として、設計施工一括発注方式の採用や、海外の契約を参考にIPDの導入などがあげられるが、契約形態の見直しや、透明性、公平性の確保といった作業が必要不可欠であり、これらの作業は現在進行形で行われている段階である。そのため、不完全な契約形態である設計施工一括発注方式にBIMを導入することは、現段階では賢明ではないと考える。したがって、本研究では契約形態変更までに用いられるであろう、設計施工分離発注方式にBIMを取り入れた際に与える影響を主に考察することとする。まず、BIMの課題解決には、過去に行われた生産性向上の取り組みの、CALS/ECを見直すことが重要であると考えられる。

4) CALS/ECについて

CALS/ECとは、公共事業支援統合情報システムの略称であり、H8年度に国土交通省を中心に「建設CALS整備基本構想」が策定され、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を実現するための取り組みである。このプロジェクトでは電子入札の導入や、電子納品のための制度導入が成果としてあげられているが、電子媒体だけでは、検査時や現場立会い時などに紙図面が無いと支障が生じる事があるため、紙と電子の二重提出の要求が求められることや、電子情報を施工段階において十分に活用できていないといった課題も残されている。これらの課題の対策として、設計から維持管理でどんな情報が必要なのかを定義することと、その情報を企業間でやりとり可能な制度・契約の提案が必要と感じる。

一方で、同時期に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の試行を行うと共に、土木についてもCIMと称して開発に着手した。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の導入でも同じ失敗をしてしまうと考えられる。CALS/ECの知見をふまえて、情報の活用方法と、設計者、施工者間の情報の共有のための契約形態の変更がネックであると考えられる。

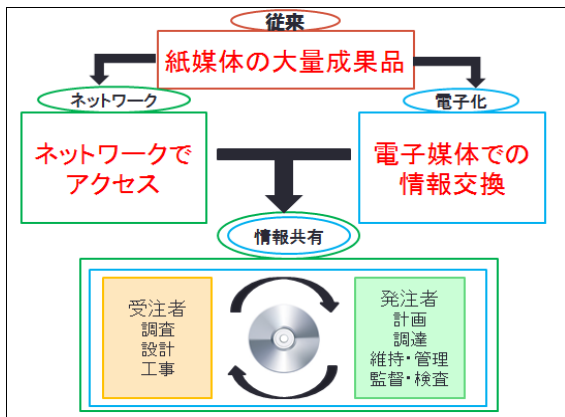


図-10 CALS/EC 概略図

表-4 CALS/EC の有用性

効率的な業務の遂行が可能となる

- 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。
- 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。
- 情報の共有により、行き違いや伝達ミスがなくなる。

表-5 CALS/EC の成果と課題

成果

電子入札や、電子納品のための制度導入がなされた

課題

図面の標準化がなされたが、限定的なもので情報阻害の検討がなされていない

関係者のWIN×WINの関係が築かれていない

5) 設計施工分離発注のメリット・デメリット
設計施工分離発注における、メリット・デメリットを表-6,表-7に示す。

(1) メリット

表-6 設計施工分離のメリット

1	発注者の要望が反映されやすい
2	工区・工種別の発注が出来、市内中小企業の参画がしやすい。
3	設計者が施工性に関する十分な検討能力を有する場合、意図が工事まで反映される。

設計施工分離発注は、契約において発注者側が立場上かなり強いと言われているため、発注者の要望が反映

されやすい。また、中小企業の参画が期待されるため、地域の活性化や適正な入札競争、多くの人手を確保しやすい。他にも、一部の条件が整うことによって、施工性を向上させることのできる形態となっている。

(2) デメリット

表-7 設計施工分離のデメリット

1	設計・施工を別々の企業へ発注するため、連携した技術の採用は難しい。
2	施工企業独自の技術やノウハウを設計、施工に活かせない。
3	設計段階の打ち合わせが不十分で、工事着工後の設計変更による追加コストが発生しやすい。

これらのデメリットの原因として2つ挙げられる。1つ目は発注の流れである。流れとして、まず初めに工事の予算を見積もるため、設計図を発注者が設計者に依頼する。そして、それを元に発注者が予算を揭示し、その後、施工者が決まるといった流れである。これによって、施工者が設計段階に関わることが出来なくなり、結果として設計・施工の連携した技術採用は困難になり、設計変更などの手戻りが生じることにもなる。

また、戦前は計画から施工まで行っていた発注者が、工事量の増加により施工をゼネコンに、設計をコンサルタントに外注するようになったため、現場の知識が低下し、適正な予定価格の設定が出来ているのかという疑問がある。発注者の定めた予定価格より低い金額でないと受注者は落札できないため、新技術の導入などの阻害になっている。

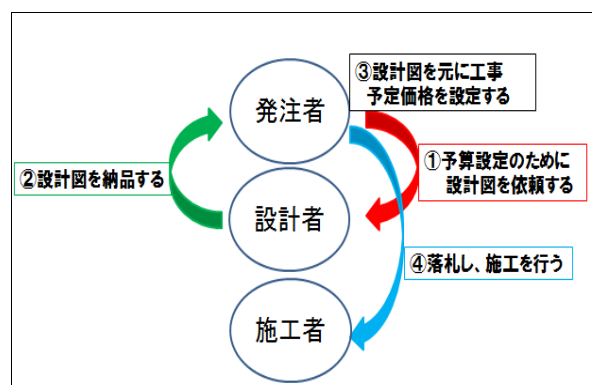


図-11 分離発注の流れ

6) 分離発注方式に BIM を導入した際の影響

BIM を設計施工分離発注方式に導入した際に、起こりえるメリット、デメリットを表-6、表-7 を元に考察し、表-8 に利点と課題を示す。

(1) メリット

3次元モデルを用いるため、現場知識の少ない住民や発注者にも2次元図面に比べると理解しやすくなる。そのため、発注者の要望もより反映されやすくなる。

構造物を他社と共同で造る際に、工区を区切った場合、施工方法や図面を共有することで並行作業・共同作業による生産性向上や、出来上がりの統一感を確保できる。図-12 は、一本の道路を作る際に A 社・B 社の施工者に工区別で工事を依頼した場合を想定したものである。設計段階で BIM モデルを用いることで、A 社 B 社の情報共有が容易になり施工性が向上する。

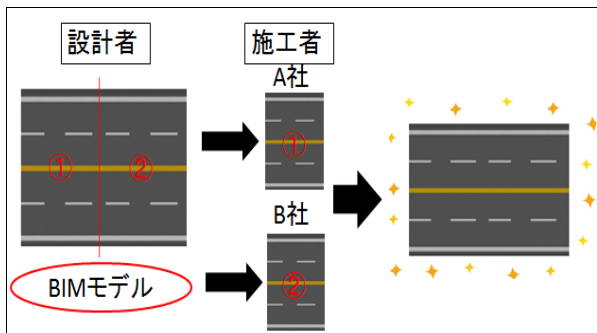


図-12 BIM を用いた仮想施工

BIM を有効的に活用するためには設計段階で負荷をかけ、施工段階で十分活用できるモデルを作ることが重要である。現状、設計者は発注者に工事予算のための設計図を求められているため、施工手順などの情報は乏しいといえる。従って、いざ BIM モデルを作成するとなっても、設計者には困難な作業となる。この問題の解決策としては、設計者が人材選択の際に施工管理技士などの資格を保持していることを条件に加えることや、設計者が下請けを雇うことで施工知識を養う方法である。これによって、フロントローディングによる生産性が向上する。

(2) デメリット

契約上、設計者・施工者の情報交換が困難であるが、設計された BIM モデルによって、一部の手戻りなどの解消や、地域住民との合意形成を図ることができる。

施工者の独自の技術を利用するためには、設計された BIM モデルに手直しを加えるか、設計段階で施工方法をなんらかの形で伝える必要がある。

発注者を中心に、設計者に依頼するモデルの精度を見直す必要がある

表-8 設計施工分離に BIM を導入するための課題

1	発注者がBIMモデルを容易に理解できる環境を整えること
2	施工方法などのデータ連携の環境を整えること
3	BIMモデルの精度を設定することと、設計者の施工性の確保が必要

7) 産官学 CIM の取り組み

産官学 CIM とは、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）が、「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、対応検討を行うものである。

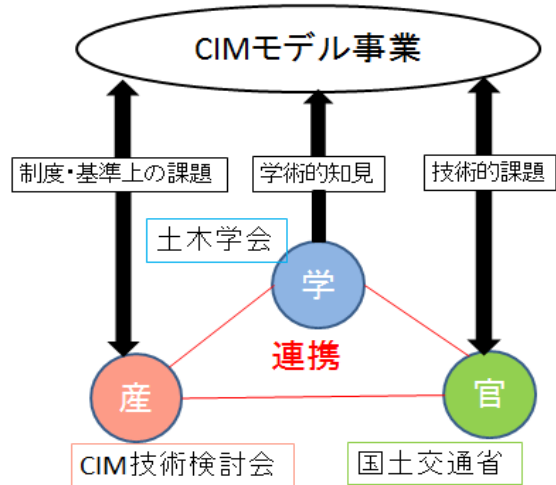


図-13 産学官による CIM 構築の位置付け⁸⁾

国道4号東埼玉道路 大落古利根川側道橋
この工事は、設計施工分離発注方式を採用している。しかし、進捗状況は設計の段階である。

(1) 工事概要

表-9 工事概要⁹⁾

発注者	国土交通省関東地方整備局 北首都国道事務所
発注方式	設計施工分離発注
対象業務工種	橋梁詳細設計
対象橋梁	本業務内設計橋梁のうち、側道橋(上り線)
道路規格	第4種第3級 V=60km/hr(側道)
有効幅員	9.000m

(2) CIM 試行の実施方法

- 1) CIM モデル事業に関する実施計画書の立案
- 2) 大落古利根川側道橋モデル化
- 3) 大落古利根川側道橋の配筋モデル化
- 4) 周辺地形およ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

(3) 維持管理段階に引き継ぐ情報

本試行では、設計・施工段階で生成される、構造部材そのものの情報を、属性情報として登録されている。

設計時：設計諸元、部材情報、部材仕様、数量情報
→規格、設計条件、部材仕様、施工手順

施工時：品質管理情報、施工方法、監視基準点
→品質管理情報、製品情報、橋梁監視基準点情報

(4) CIM 活用における業務課題、試行内容、活用効果の考察

表-10～表-15、図-14 は、産官学 CIM 国道4号東埼玉道路、大落古利根川側道橋レポートから引用したものである。表-16 に利点・課題を示す。

表-10 CIM を用いた設計協議での活用⁹⁾

1) 交差点形状、標識設置位置の確認

業務課題	道路線形、構造物、標識の相互関係を踏まえて設置位置を確認する
試行内容	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
活用効果	<ol style="list-style-type: none"> 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】3次元モデルにすることで、完成形と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) ③【プロセス効率化】業務課題だけの3次元モデル作成は、費用対効果が見合わない。3次元モデルの作成を条件とする設計では、見落としがちな計画の不適合を防止し、副次的にプロセス効果を得ることができる。



図-14 交差点形状、標識設置位置の確認⁹⁾

表-11 CIM を用いた設計協議での活用

2) 拡幅部の桁配置の検討

業務課題	複雑な桁配置について、全体と細部の構造を踏まえた比較を検討を行う
試行内容	3次元CADで橋梁全体一般図を作成し、桁のみを表示して、打合せに利用
活用効果	<ol style="list-style-type: none"> ①【品質確保】主桁・枝桁・縦桁を3次元モデルとして統合することで、設計条件、構造性、取り合いを一目で確認でき、総合的な判断が容易になる。 ②【合意形成】3次元モデルにより、複数部材の形状が一目瞭然となるため、合意形成、イメージ共有が確実であり、打合せ時間短縮につながる。 ③【プロセス効率化】3次元モデルの作成生成を条件としている設計では、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各種活用が図られる。条件確認を行うだけの場合のモデル生成は費用対効果は見合わない。

表-12 CIM を用いた設計協議での活用⁹⁾

5) 橋梁計画の検討結果確認

業務課題	地形・地盤条件、検討結果の最終結果を反映した橋梁全体形の確認を行う
試行内容	3次元CADで橋梁の最終形状のモデル(橋梁全体一般図モデル)を作成し、打合せ・説明に利用
活用効果	<ol style="list-style-type: none"> ①【品質確保】形状情報を3次元の一つの基盤統合することで、条件情報の制度、取り合い、干渉を予め確認することができる。 ②【合意形成】3次元モデルにすることで、設計関係者への条件確認、説明が一目瞭然であり、経験の少ない技術者にも確実に意思を伝達できる。 ③【プロセス効率化】3次元橋梁一般図の作成は、従来から使用しているCADを利用可能であり、作業量も大きく変わらないこと。これらのことからCADによる全体可視化モデル作成を標準業務仕様とすることも可能と考えられる。

表-13 CIM を用いた設計照査⁹⁾

業務課題	施工段階における属性付与効率化、維持管理を効率化する属性項目の検討
試行内容	<ul style="list-style-type: none"> ・属性情報をEXCELデータからCIMモデルへインポートする手法を実施 ・品質管理情報、点検基礎情報を反映した属性項目のCIMモデルを作成
活用効果	<ol style="list-style-type: none"> ①【品質確保】従来、品質記録と対象箇所との関連付けが不明確だったが、CIMモデルの部材に属性情報を埋め込むことで関連付けが明確化する。 ②【合意形成】属性情報を用いることで、例えば特定のコンクリート製造日に該当する部材を簡単に抽出することができる。維持管理において変状がある部材と同じ属性情報の部材確認を漏れなく実施したこと等について、より信頼できるようになる。 ③【プロセス効率化】3次元形状モデル生成と属性付与作業を別のプロセスとすることで、施工段階において属性付与作業を効率的に実施できる。CIMモデルを活用したいユースケース(利用場面・利用者・方法)を検討し、従来の維持管理における情報管理とCIMモデルの属性付与が重複作業にならないように留意する必要がある。

表-14 CIM モデルへの属性付与⁹⁾

業務課題	施工段階で鉄筋組み立てが可能な配筋になっていることを確認する
試行内容	<ul style="list-style-type: none"> ・配筋モデルを加えた橋梁3次元モデルを用いて鉄筋などの内部干渉を照査 ・付属物の取り付け、拡幅部の複雑な部材配置について取り合いチェック
活用効果	<ol style="list-style-type: none"> ①【品質確保】2次元図面では発見しにくい干渉箇所を確認でき、設計精度向上として十分な効果が得られた。自動干渉チェック機能は、全干渉箇所が抽出されないことや、結果の干渉距離が実際と異なる不具合がある。 ②【合意形成】わずかな鉄筋干渉は、鉄筋組み立て時に調整が可能である。調整可能な「許容差」を設定して自動干渉チェックを行えば、組み立ての問題がある鉄筋干渉を抽出できる(設計照査の効率化)。ただし、調整可能な干渉量は一律でないため、「許容差」をトライアルする必要がある。 ③【プロセス効率化】鉄筋干渉確認のため、正確な配筋モデルが不可欠であるが、現状のツール機能においては手間が多大である。例えば、図面で同一直線に配置する重ね継手鉄筋は、鉄筋径分ずらすが必要あり、ずらす方向を配慮してモデル化する必要がある。

表-15 CIM を用いた数量算出⁹⁾

業務課題	3次元モデルからの数量集計による省力化・数量照査(集計ミス排除)
試行内容	・施工ロットをCIMモデル内に属性登録し、施工ロット別の数量算出を行い、従来設計と数量項目での比較
活用効果	①【品質確保】CIMモデル内の数量集計表はモデル形状と運動するため、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。 ②【合意形成】施工現場でのロット別コンクリート発注量などを把握するには、十分な精度(誤差3%以内)を得ることができる。 ③【プロセス効率化】施工段階で施工手順等の変更が生じた際は、CIMモデルを変更することで数量集計が行われ、数量計算書再作成作業が不要となり、効率化が図られる。 この活用効果を得るために、「土木工事数量算出要領」の改正が必要。

表-16 設計段階 CIM モデル導入利点・課題

利点	課題
施工段階での手戻り防止	正確な配筋モデルが不可欠
経験値の少ない人への意思伝達が容易	モデル操作を容易にする必要がある
施工段階で属性付与作業が容易	必要な情報を定義すること

今回の産官学 CIM から、CIM モデルを設計段階から利用することによる利点・課題が明確になった。

まず初めに、設計された3次元モデルによる図面の可視化が利点としてあげられる。これによって、設計図面の不整合をなくすことや、住民や工事関係者への説明が容易となった。従来の2次元図面では完成図をイメージできない人でも、3次元にすることで理解しやすくなり、結果的に合意形成・作業の時間短縮につながる。

次に属性情報付加による利点もあがる。利点としては、維持管理における効率化である。各部材の属性情報を付加していれば、ある1つの箇所では不具合が生じた時に、その箇所と同じ部材をしようしている箇所をCIMモデルによって確認しやすくなる。これによって、より信頼度の高い維持管理を行うことが可能になる。そして今回は、属性情報をEXCELデータよりBIMモデルへインポートする手法を用いることで、施工段階の負荷を減らし、維持管理段階でのBIMの活用が期待されている。

次に数量算出による利点をあげる。CIMモデルから各部材の数量算出を行うことは容易であるため、設計変更をした際にも数量を自動的に変更される。従来に比べると、数量算出にかかる時間を短縮することが可能になる。

一方で、CIMの課題もあげられる。

1つ目は、モデル作成の難易度が高いこと。数量算出や干渉チェックを行うには、正確な図面を作成しなければ効果が得られないため、設計者の知識や能力が必要となる。また、今回使用したソフトウェアの操作性、土木専門機能が十分でない、モデル作成には時間がかかってしまう。このように、フロントローディングをおこなうことによる、設計段階の負荷をどのように考えていくかが課題である。

2つ目は、CIMモデルを成果品として納品できる制

度が構築されていないことである。電子納品要領等の改正を行わない限り、3次元モデルと2次元図面の2重提出といった、CALS/ECの時と同じ流れになってしまう。

3つ目は、地形モデルの入手である。より正確なモデルを作成するにはその周辺の詳細な地形モデルが必要となる。今回の設計では5mメッシュを使用した。国土院が保持している1m,2mメッシュデータを利用できればより精度が向上したと考えられる。しかし、国土院のデータには手続きが必要であり手間がかかる。

(5) 課題解決

設計者のモデル作成の課題であるが、解決策として、2つ提案したい。

まず1つ目は、モデル作成の作業振り分けの見直しである。施工から維持管理に必要な精度・属性情報を定義する。そして、その精度・属性情報のレベルを満たすCIMモデルの設計を行うことで最小限の負荷でフロントローディングを行うことが可能になる。これについては、現在進められているLODの研究によって解消されると考えられる。

2つ目は、その工事の施工者に作業工程や属性情報の付加を施工段階で付加させる方法である。施工段階で手直しが必要である作業については、施工段階に任せ、空いた時間を、設計者は環境性能評価などにまわす。それにより、工事に対する効果を高め結果的に生産性を向上させる方法である。図-15は、設計段階に行う属性情報付加を施工段階に行うことで、設計段階で環境性能評価を取り入れることができるといった例である。

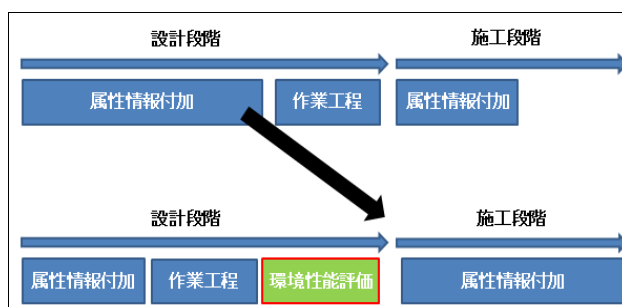


図-15 課題解決の一例

CIMモデルを成果品としての納品できないといった課題は、現段階では設計施工分離発注を基本として電子納品要領の改正と納品検査方法の見直しで解決可能である。

地形モデルの取得に関しては、今回の施工・維持管理の結果によって、1m,2mメッシュの検討をする必要がある。また、国土院からデータを取得する手間と正確な地形モデルを利用した費用対効果の検証が必要である。

8) 提案

CALS/EC の経験,設計施工分離発注の特長,産官学 CIM の試行から得られた知見を元に,今後 BIM を普及させていくための提案を以下に示す。

まず初めに CALS/EC の知見から提案を行う。CALS/EC の課題は,情報の活用方法が曖昧であったことと,企業間の情報共有の欠如である。その結果,手間をかけて作られたデータ・資料が有効的に使われなかった。原因としては,CALS/EC といった新しいシステムを導入するための準備が整っていなかったことがあげられる。例えば,電子化された完成品だけでは,成果品として納品できないといった状況である。これらの経験から今後は,BIM とはどのようなモノで,どんな影響があるのか,情報の利用・管理方法はどのようなものなのかを定義し,その情報を設計から維持管理の工程で共有することができる契約形態・制度の構築が重要であると考え。図-16 のようにメリット・デメリットや納品方法などを明確にすることができれば,上流工程から下流工程まで BIM を浸透させていくことが可能になると考える。

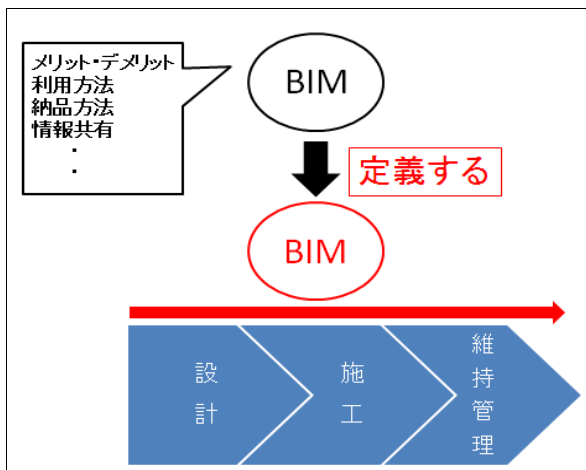


図-16 BIM 導入の一提案

次に設計施工分離発注方式の知見から提案を行う。まず設計施工分離発注では,発注者の立場が設計者や施工者に比べ強いので,発注者が BIM の導入に積極的になることが第一条件であると考えられる。契約形態上,設計段階では設計者と施工者の相談は不可能であるため,フロントローディングによる生産性向上を求めるのであれば,設計者が十分な施工性を持ち合わせる必要がある。そのためには,人材教育や人材選択の際に施工管理技士などの資格を保持していることを条件に加えること,設計者が下請けを雇うなどがあげられる。また,施工性のレベルを設定することで,適正なモデル作成を行うことができる。

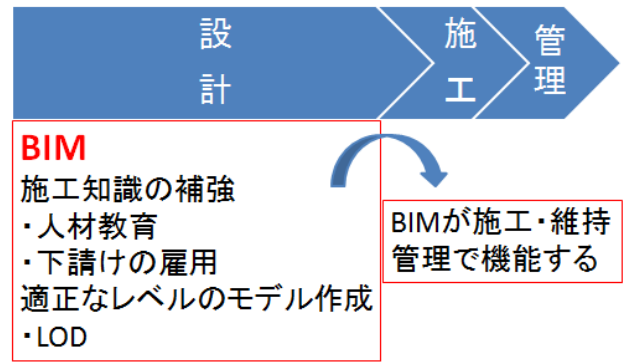


図-17 分離発注における課題解決の一提案

最後に,産官学 CIM の知見から提案する。産官学 CIM の工事は,施工にはまだ至っていないため設計段階までに生じた課題に注目し,施工以降の工程に生じる課題については仮定し考察していく。設計業者による試行効果調査票によると,2次元図面から3次元モデルに変更することで,3次元可視化協議や図面の整合性の確保,施工シミュレーションによる安全確認などが BIM 導入により効果が得られたとしている。また,属性情報を EXCEL データより BIM モデルへインポートする手法を用いることで,施工段階の負荷を減らし,維持管理段階での BIM の活用が期待されている。

一方では,地形モデル生成で 5m メッシュを使用したために,詳細設計レベルとしては精度が不足していたことや,3次元図面を利用した2次元図面作成の非効率性が課題として確認された。

課題解決には,BIM ツールの向上と,詳細な地形モデルの入手であり,システムベンダーと国土地理院等の協力が必要不可欠である。

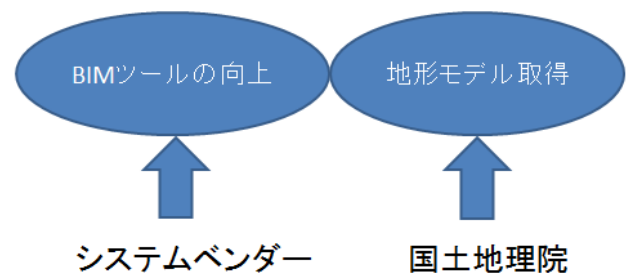


図-18 産官学 CIM における課題解決の一提案

施工段階では,設計段階で作られた BIM モデルを活用して工事が進められていくことが予想されるが,設計されたモデルがどの程度活用できるのかが重要であり,今後の BIM ガイドライン作成に大きく関わっていくと考えられる。そして,この試行以降に控えているであろう BIM 導入期に向けて,各社に有用性を示す機会でもあるため,十分にメリットを示すべきである。

9) まとめ

近年,就業者の高齢化や構造物の老朽化による事故の報道などによって,建設業界は低迷していつている.しかしながら,女性社員の労働環境の見直しや,BIMによる生産性向上の取り組みによって,業界一丸となって前進していこうとしている.そして,その取り組みと同時期に,東京オリンピックの開催が重なり,よりいっそう業界の活躍が期待されている.特に BIM 導入は大きなメリットがあり,成功させるに他ならないものである.それには,過去に取り組んだ CALS/EC や,海外の BIM 事例などの知見を十分に活かすことが重要である.現状,情報の活用方法や企業間の制度・契約形態の変更など様々な課題はあるが,一つ一つ解決していくことで“生産性向上”という大きな目的を果たすことができると思う.また,生産性向上によって若い年齢の就業者も増え,業界全体の活気も取り戻せると考えられる.

今回の研究では,CALS/EC の知見,設計施工分離発注の特徴,産官学 CIM から得た情報を考察し提案を行ってきた.結果として,BIM とはフロントローディングを行うことによって最も効果が発揮されるものであり,設計者と施工者を分離された契約であると十分にそのメリットを活かせないということがわかった.しかしながら,設計施工分離であっても,発注から

維持管理の各団体の協力や,3次元モデル作成のルールを定めることによって,生産性向上が見込まれることが判明した.

将来的に BIM が活躍していくためには,BIM 普及過渡期である今こそ一つ一つの課題を解決し,業界一丸となって努力するべきであると考えます.

10) 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) 海外建設協会:海外建設受注実績の動向, 2004.
- 4) 国土交通省:建設後 50 年以上経過したインフラの割合, 2011.
- 5) 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.
- 6) TAESUNG S&I 社提供
- 7) ケンプラッツ
<http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/it/column/20130802/626809/?P=1>
- 8) 国土交通省 産官学による CIM の構築
http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000284.html
- 9) 産官学 CIM 国道 4 号東埼玉道路,大落古利根川側道橋レポート

It focused on the front-loading of the BIM / CIM A Study on the extraction of issues with the contract form

Okuto Yoshida

In recent years, BIM concept to centrally manage a three-dimensional model data in the construction design and production process has shown a rapid spread in the world. Along with the industry in the United States, has been actively utilizing BIM is carried out in practice IPD using the 5D model. In addition to build information sharing system in Europe, the future is actively involved in the introduction of BIM, worldwide dissemination and development is expected. BIM is the future in Japan, it is expected to continue to rapidly spread and development. In this study, in the future for the introduction period and spread the development phase of the BIM, which will arrive in Japan, and the issues that are facing the current state of CALS / EC and the construction industry, focusing on the design and construction separate order system, BIM introduced benefits, consider the disadvantages.