

設計・施工における CIM の有効活用のための 情報マネジメントに関する一考察

学生氏名 藤岡 佳祐
指導教員 皆川 勝

所属 東京都市大学工学研究科都市工学専攻 計画マネジメント・皆川研究室
E-mail g1681724@tcu.ac.jp

近年、情報技術を建設業において活用する取り組みが世界的に広がっており、BIM(Building Information Modeling)がイギリスでは 2016 年に義務化された。我が国では建築分野で先行した応用を土木分野に拡大導入するため、国土交通省の主導により CIM(Construction Information Modeling)が提唱され、2017 年には「CIM 導入ガイドライン(案)」が発表された。このように設計から施工への連携など、ライフサイクルにおける情報マネジメントやそのための契約執行形態に関する検討が進められている。

本研究では、第一に、CIM における広範な制度的課題と BIM を主眼に置いた海外の情報技術の活用について概観しつつ、日本における情報技術の活用を CALS/EC という施策を起点に BIM, CIM, i-Construction までを位置づけることで、日本における CIM が検討すべき課題は情報のマネジメントであることを明確にする。設計から施工への、少なくとも情報マネジメントに関してはシームレスな環境が CIM 導入効果を最大化するためには不可欠であることを、設計施工分離発注の民間実工事を対象とした分析により示す。そして、CIM におけるライフサイクル情報マネジメントの実現のための方法論を、BS1192 および PAS1192-2 に基づいて考察する。

Key Words: *Building Information Modeling, Civil Information Modeling, i-Construction, Information Management, PAS1192-2*

1. 序論

(1) 背景

現在の日本において建設業の生産性向上は急務である。技能者不足が顕著となるなか、情報技術を用いた生産性向上は建設業の長時間労働など、労働環境改善にも大きな寄与を果たすと期待されている。日本国内では 1996 年から取り組みが始められた CALS/EC(Continuous Acquisition and Life-cycle Support /Electronic Commerce)においてライフサイクルにおける情報技術の活用を目指していたが、電子入札、電子納品など全体の一部分での活用に留まった。

その一方で、2000 年代に建築分野で属性を持つ 3 次元モデルを作成・発展させてライフサイクルを通して利活用する BIM(Building Information Modeling)の概念が広がりを見せ、2014 年には国土交通省による「BIM ガイドライン」¹⁾が整備された。BIM の概念図を図-1 に示す。BIM の活用を背景に、国土交通省は土木分野への BIM の拡大導入と活用を目指した、CIM(Construction Information Modeling)を掲げ、2017 年には「CIM ガイドライン(案)」²⁾を策定するなど導入が進みつつある。3 次元モデルを中心とした BIM や CIM の導入が進みつつあるが、諸外国に比べてその導入レベルは必ずしも高くないのが現状である。

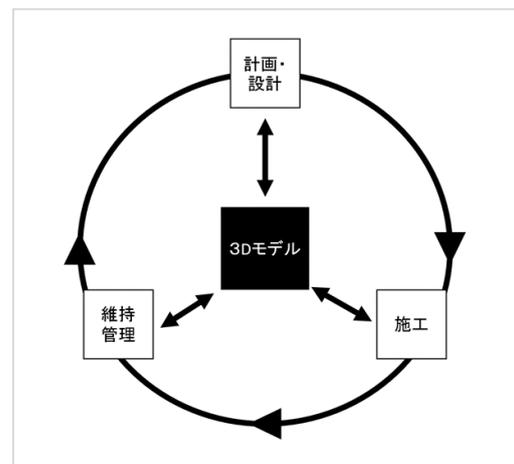


図-1 BIM の概念

(2) 既往の研究

我が国における BIM や CIM に関する研究の状況を概観する。我が国においては、2 次元図面から 3 次元プロダクトモデルへの移行、3 次元モデルのデータ構築やその表現、標準化などに関する研究が多く行われてきた。

効率的なデータ作成に関しては、小林ら³⁾は、2 次元図面と VR を用いた 3 次元可視化を検討して 2 次元図面資産の有効活用を提案し、矢吹ら⁴⁾は膨大な BIM データからデータ量の小さいモデルを作成する方法

を提案し、景観シミュレーションへ応用した。3次元データ構造の提案については、有賀ら⁵⁾は、開削トンネルに対するプロダクトモデルを開発し、実構造物に適用できることを示し、有賀ら⁶⁾は、維持管理の重要性に鑑み、変状に関する情報作成過程の記録と経年変化の管理を目的として、IFCを拡張したプロセスモデルを開発した。さらに、有賀ら⁷⁾は光波測量機で取得したコンクリート構造物のひび割れデータに対するプロダクトモデルの生成方法を開発し、時系列の維持管理データの総合的な管理分析を可能とした。小林ら⁸⁾は、CIMとして作成する部材が多い鋼上部工を対象として、3次元モデルをパラメトリックモデリング手法により効率的に作成する方法を提案した。

データのマネジメントシステムに関しては、四月朔日ら⁹⁾は、橋梁に関するCIMデータは、ライフサイクルで発生する膨大なデータ量となり、それを効率的に扱うことのできるデータベースマネジメントシステム(DBMS)が必要となることから、データを格納する方法を検討した。藤田ら¹⁰⁾は、点群データをBIMにおいて活用するためマニュアル操作で編集し属性を与えるシステムを開発した。

3次元モデルに関連するその他の標準化に関して、窪田ら¹¹⁾は、3次元地形モデルの表記の標準として「3次元地形描画ガイドライン」を提案し、板倉ら¹²⁾は、3次元モデルを作成するコストを算出するとともに、モデル適用の便益の算出方法を検討した。これにより最適なモデル詳細度の特定する方法を提案した。より包括的な取り組みとして、田中ら¹³⁾は、建設事業において3次元CADソフトを迅速低コストで導入活用できるよう、国際規格に準拠した汎用3次元CADエンジンを設計した。

ライフサイクルにおける各フェーズでのCIM活用に関する研究も多く行われている。設計に関して、また藤澤ら¹⁴⁾は、鉄道高架橋を対象に、三次元モデルより二次元解析のためのデータを出力できること、IFCとの連携等について検討し、宮武ら¹⁵⁾は、築堤工事の設計におけるCIMの有効性を示すとともに、CIMを導入する場合のプロセスについて論じ、さらに、宮武ら¹⁶⁾は、堤防設計に3次元データ利用による受発注者間の業務プロセスの変化の有効性を論じている。

積算におけるCIM活用に関して、藤澤ら¹⁷⁾は、実際の鉄道プロジェクトにおいて三次元設計モデルでの積算が可能であることを示し、5次元モデルの必要性に言及し、藤澤ら¹⁸⁾は、道路橋の下部工を対象に、詳細設計で作成した3次元モデルを発注者側の積算で活用する手法を検討した。

施工におけるCIM活用に関して、杉浦ら¹⁹⁾は、工事着手からCIM導入に取り組まれた国内初のプロジェクトについて、施工時のCIMの取り組みが紹介されるとともに、維持管理への効率的なデータ受け渡しに関する課題が論じ、畑ら²⁰⁾は、施工時の安全性向上にCIMを利用しようとする先進的な事例として、トンネル施工時の重要な情報である切羽前方地質情

報をCIMに連携する予測型CIMの開発の状況を報告した。また、宮武ら²¹⁾は、CIMの築堤事業において、発注者・施工者以外の第三者の発注者支援により3次元モデル作成・修正を実施し、業務フローについて考察した。発注者支援業務として導入している。

維持管理におけるCIM活用に関して、清水ら²²⁾は、3D情報モデルをベースとして点検における撮影位置や工事履歴、図面などの情報の関係者間での一元管理を可能とし、石田ら²³⁾は、標準的なウェブブラウザで3Dグラフィックスを表現できるWebGLを土木構造物の点検業務に応用し、その有効性を検討した。

以上のように、我が国における研究状況としては、2次元データとの連携、3次元データの作成やその構造、データベースなどの情報のマネジメント技術、情報環境に関して活発に行われ、その応用についても、設計から施工、維持管理と幅広い。

しかし、建設プロジェクトのライフサイクルで情報をマネジメントするための、組織や役割分担に関する研究は少ない。これに関して、藤澤ら¹⁸⁾が設計施工分離発注から設計施工一括発注への移行の必要性を指摘し、また、宮武ら²¹⁾が、発注者支援業務として3次元モデル作成者を導入した事例を検討し、FIDIC約款におけるいわゆる“The Engineer”が3次元モデルの管理に関わることについて考察している。また、設計と施工との連携など、フェーズをまたいだCIMを核とした連携に関する研究は進んでいない。

次に、海外におけるBIMに関する研究の状況をBIMに関連するマネジメントという観点から概観する。Chenら²⁴⁾は、設計から施工へのプロセスを支援するポテンシャルをBIMは有しており、設計品質改善に有効であり、BIMと組織・プロセスを統合したモデルが必要であることを指摘してその有効性を事例により示し、Chienら²⁵⁾は、BIMを利用する際の技術的、マネジメント的、個人的、法律的なリスクを特定し、クリティカルなリスクを同定するとともに、リスク対応戦略を提案している。Dingら²⁶⁾は、4Dモデルを用いた品質マネジメントの重要性を指摘し、さらには、安全マネジメントや環境マネジメントの分野のBIM活用研究が進んでいないこと、実際行われているBIMに基づくプロジェクトは一つのフェーズあるいは一つの領域における活用に限定されていることを指摘した。Eadieら²⁷⁾は、BIMユーザに対する調査により、大きな成果を上げるためには協調作業が重要であり、ソフトウェア技術よりプロセスマネジメントがより重要であると指摘した。Porwalら²⁸⁾は、公共工事プロジェクトにおけるBIM活用を進めるため、連携のフレームワークを検討し、設計コンサルタント(BIMアーキテクトを含む)および発注者が作成した初期設計モデルを、発注者・コンサルタントとのコンカレントエンジニアリングにより施工性やコスト評価などを行って最終設計モデルを構築するため、連携コントラクタ(BIMアーキテクトを含む)を置く、新しい契約執行形態を提案し

ている。Miettinen ら²⁹⁾は、技術並びに協調環境という面から BIM を分析し、契約執行のあり方の検討、様々な組織や環境における実験的利用とソリューションの検討が不可欠であり、特に組織間の境界を越えて学び経験することが重要と指摘している。Liu ら³⁰⁾は、BIM による協調設計・施工の成否に影響する因子を IT の能力、技術マネジメント、態度、役割分担、信頼、コミュニケーション、リーダーシップおよび学習と経験に分類し、さらに技術、人的資源、プロセスの3次元に再分類してその影響を議論している。

このように、組織や役割分担に関する研究、あるいは新しいパラダイムを導入する際の個人の人々の考え方や価値観に関する考察が、ライフサイクルにおける有効活用という観点から多く行われている。国内の研究においても、その重要性は指摘されており、実務的には、国土交通省において CIM 導入推進委員会が CIM 実施体制検討 WG を設けて検討をすすめており³¹⁾、今後の進展が期待されている。

(3) 目的

第一に、CIM における広範な制度的課題と BIM を主眼に置いた海外の情報技術の活用について概観しつつ、日本における情報技術の活用を CALS/EC(Continuous Acquisition and Life-cycle Support / Electronic Commerce)という施策を起点に BIM, CIM, i-Construction までを位置づけることで、日本における CIM が検討すべき課題は情報のマネジメントであることを明確にする。

次に、設計から施工への、少なくとも情報マネジメントに関してはシームレスな環境が CIM 導入効果を最大化するためには不可欠であることを、設計施工分離発注の民間実工事を対象とした分析により示す。具体的には、地下駅舎の施工を担当する JV が、設計図書として提供された 2 次元の地下既存埋設管情報をもとに、図面の整合性や図面の不整合や設計の施工性の観点からの課題に対する、JV の対処履歴を分析する。さらに、CIM が検討すべき施工が行われる前の図面と竣工時の図面からそれぞれ作成した 2 種類の図面の比較を行い、施工中の設計変更を抽出する。その変更が設計時に CIM モデルがあることにより、事前回避が可能であるか考察する。この分析により、CIM 導入がもたらす効果と限界を考察する。

そして、CIM におけるライフサイクル情報マネジメントの実現のための方法論を、BS1192³²⁾および PAS1192-2³³⁾に基づいて考察する。BS1192 は、The British Standard Institute (英国規格協会、以後 BSi。)が「Collaborative production of architectural, engineering and construction information – Code of practice」(建築、エンジニアリング、建設の協調生産 – 実務コード)であり、PAS1192-2 は設計及び施工段階における BIM における情報マネジメントに関する BS1192 のサポートドキュメントである。

2. BIM の定義

BIM の起源は諸説ある。Building Information Model という用語を初めて作りだしたのは Nederveen and Tolman³⁴⁾であるが、BIM の概念としての起源はそれ以前に遡る。Dave³⁵⁾によれば 1975 年に Eastman が米国建築家協会(AIA)のジャーナルに寄稿した「建築記述システムの概要 研究報告書 No. 50」³⁶⁾における建築記述システム(Building Description System)が BIM の概念の起源とされている。この報告書は、図面に代わるものとして、設計、建設、運用の分析を可能にする詳細な設計情報を格納・操作するのに役立つコンピュータシステムの設計について概説したものである。このシステムにおいて建物は部品のセットの空間構成とみなされ、材料やその供給者などの属性情報が付与される。また 3 次元空間からの投影図の生成する機能があり、現在の BIM の思想を見出すことができる。

国土交通省の BIM ガイドラインでは BIM とは「コンピュータ上に作成した 3 次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築すること」³⁷⁾と定義されている。これは 3 次元形状に属性情報を加えた建物情報モデルを構築することに主眼が置かれた字義通りの定義である。イギリスにおける BIM のガイドラインである「AEC (UK) BIM Protocol 2.0」(2012)では BIM は「設計および施工におけるプロジェクトに関する整合され内部的に一致した計算可能な情報の作成と使用」³⁶⁾と定義されている。また、BIM は複数の略語としての定義があり (Building Information Model, Building Information Modelling and Building Information Management)、全体のプロセスは、Building Information Modelling and Management と呼ばれ、「BIMM」と略されることもある。日本ではモデリングとマネジメントの両方の意味を持たせる場合にも BIM と表記している。

以上のように定義も複数存在し、統一は困難であるが、本論文では BSi(The British Standards Institution)の PAS1192-2 による定義である「電子オブジェクト指向情報を使用して建物または社会基盤資産を設計、施工または運用するプロセス」³³⁾を定義として採用する。

3. CALS/EC—日本の建設業における BIM 導入以前の情報技術利用

国土交通省が 1996 年から行った情報技術を用いた取り組みである CALS/EC の目的や結果、BIM との関係を考察することで、日本国内における BIM/CIM の情報技術利用における位置付けを明確にする。

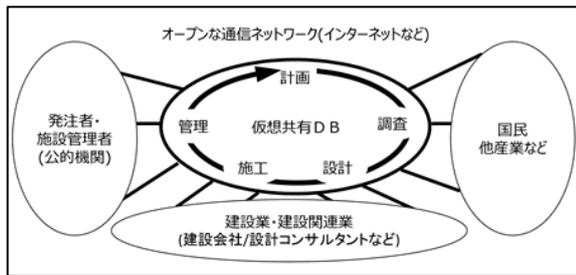


図-2 CALS/ECにおける情報共有利活用の構想

(1) CALS/EC 概要³⁷⁾

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、図-2 に示すように、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ある。これは、国土交通省が1996年に2010年度までを対象期間として策定された「建設 CALS 整備基本構想(以下基本構想と表記)」に端を発した取り組みである。なお2008-2010年を対象とした「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008(以後 AP2008。)」³⁸⁾以降、CALS/EC という語を冠する後続の施策は公表されていない。20世紀末のアメリカによるコンピュータを用いた調達支援、さらに電子商取引という情報技術発展を背景とした CALS/EC は「建設 CALS 整備基本構想」において①情報交換(主に発注者・受注者間)、②情報共有・連携(主に発注者側)、③業務プロセスの改善、④技術標準、⑤国際交流・連携といった5つの目標を設定している。また、以下に示すように、基本構想の目標を AP2008 はおおよそ引き継いでいる。

- 入札契約書類の完全電子化による手続き効率化
- 受発注者間のコミュニケーションの円滑化
- 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
- 情報化施工の普及推進による工事の品質向上
- 電子納品化に対応した品質検査技術の開発
- CALS/EC の普及

(2) CALS/EC の効果と課題

CALS/ECによる期待されていたメリットとその問題を表-1 に示す。

成果として①情報交換においては電子入札・納品が普及し、②情報共有・連携においては情報共有システムが効果を挙げた。一方で課題も多い。以下に CALS/EC において残された課題を挙げる。

- 情報共有の理念が先行し、そのメリットを明確に把握しなかった
- 2D-CAD の標準化が志向されたが、負荷が大きい割にメリットが限定的であった

表-1 CALS/EC に期待されていた利点とその課題

Type	Merits	Issues
設計→施工 設計の大局化	コンサルタント:次フェーズで必要な業務に集中	コンサルタント:ビジネス機会の減少を受け入れ難い。
設計←施工 フロントローディング	請負者:予測不能な条件変更の可能性減少	契約により、設計者と施工者の情報共有は制約。
施工段階	発注者、請負者、設計者の協調作業による生産性向上	プロジェクトごとのソフトウェア利用。その連携。
維持管理段階	情報蓄積により、コスト削減と適切な意思決定	発注者が必要な情報を特定する必要。

- 設計施工分離発注では、コンサルタントは請負者と情報共有できない。ビジネス機会の再編を含むようなプレイヤーの役割変更には踏み出すことができなかった

(3) CALS/EC と BIM/CIM の関係

国土交通省の「官庁営繕事業における BIM 導入プロジェクトの開始について」³⁹⁾において「国土交通省では、「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」に基づく具体的な実施項目として、「3次元データを活用したモデル設計・施工の実施」を掲げており、今回の試行はその一環として実施するものです」と述べている。このように日本の官庁においての BIM は設計・施工段階における実施を念頭に置いており、CALS/EC の AP2008「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」の延長に位置すると考えられる。

AP2008 において示された「3次元データを活用したモデル設計・施工の実施」は「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」³⁸⁾の具体的な実施項目に含まれている。ここではライフサイクルを通じた電子データ活用が目指されており、3次元データを活用する設計・施工段階だけではなく、調査や維持管理段階に関しても目標が設定されている。

4. CIM と i-Construction

(1) CIM の概要

CIM とは Construction Information Modeling/ Management の略称である。国土交通省の CIM ガイドラインでは CIM の概念について「計画、調査、設計段階から 3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても 3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている」²⁾と説明している。CIM についても CIM ガイドラインにおいて「建築分野での“BIM”(Building Information Modeling)を建設分野に拡大導入」²⁾したものと位置

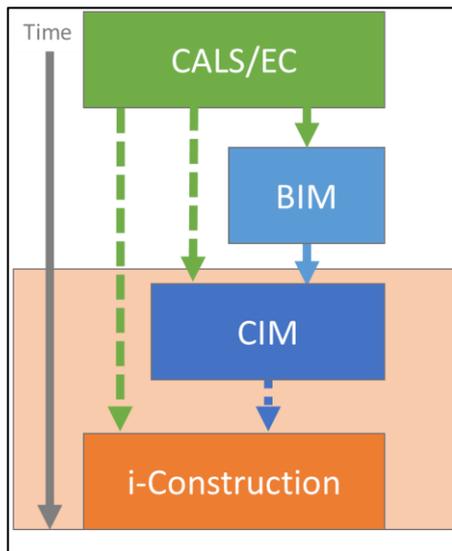


図-3 日本の建設業における情報技術施策

置付けられているため、CALS/ECに連なる取り組みであると考えることができる。

CIM(Construction Information Modeling/Management)は国土交通省の造語であり、海外では社会基盤整備において情報技術を用いた手法はBIM For Infrastructure, 特にアメリカではCIM(Civil Integrated Management)と呼称されている。本論文ではCIMをBIMと同義として「電子オブジェクト指向情報を使用して建物または社会基盤資産を設計、施工または運用するプロセス」という定義を採用する。また、CIMによる利点はBIMによる利点と重なる。

(2) CIMとi-Constructionの関係

i-Constructionは2015年に国土交通省が表明した建設業における情報化施工やCIMの取り組みを包含した生産性向上の取り組みであり、現在は土工を中心にその推進が図られている。また、今後橋梁や様々な工種への拡大が想定されている。

CIMガイドラインの整備や建設生産プロセス全体における3次元モデル構築と適用拡大が「i-Construction推進に向けたロードマップ(案)」⁴¹⁾の「3Dデータの利活用」に記載されていることから、CIMを包含するものと考えられる。

一方、日本建設業連合会の発行している「施工CIM事例集2017」⁴¹⁾には写真測量やレーザー測量などの3次元測量や自動化施工なども含まれており、i-Constructionの主要な取り組みである「ICT活用に向けた取組」と重なる面があり、i-ConstructionとCIMの関係は不明瞭な状態となっている。

本論文ではCIMをi-Constructionにおける「3Dデータの利活用」に位置づけられるものであり、3次元CIMモデルに基づく情報マネジメントが核となると捉える。i-Constructionにおける「ICT活用に向けた取組」は、ライフサイクルにおけるプロセスを対象とし

た取り組みではなくICTを用いた測量や自動化施工に注力しているため、測量という情報入力、自動化施工という情報出力を対象としていると捉える。これはあくまで便宜上の分類である。

以上のような分類を行うことで、CIMとi-Constructionにおける差異化を図ることができ、現在、主だった議論のなされていないCIMにおける核となる情報のマネジメントを強調させることが可能となる。また、今後「ICT活用に向けた取組」が土工だけではなく、3次元データに大きく関わってくる橋梁分野のi-Bridgeなどに広がると、制度設計の検討が交錯すると考えられる。

5. CIMモデルの有用性の分析

実際に行われた工事における資料を基にCIMモデルを構築することで、3次元CIMモデルの有用性の十分な活用には情報のマネジメントが不可欠であることを示す。

(1) 研究対象

本研究が対象とするのは都市部における地下駅舎の新設工事である。表-3に本工事の概要をまとめた。また、この工事において工程管理ソフトウェアや3次元の図面は使用されていない。この工事では地下から図面に存在しない管が発見され、対処されたこと、埋設管の位置が設計で把握していたものより深く、それに対する設計の変更をしたこと以外は大きな問題はなかったとJV関係者へのヒアリングにて確認している。

(2) 提供資料

本研究は建設共同企業体(JV)に協力していただき、資料提供を受け、その資料を基に3Dのモデルや工程の構成を行った。提供資料を以下に示す。

- 設計図面(2次元DWGデータ)
- 全体工程表
- 月間工程表(60枚,平成17年12月まで)
- コスト概算表(2枚)

表-3 研究対象工事の概要

工事概要	地下駅舎の新設
発注者	鉄道会社
設計・関連コンサルタント	鉄道会社、建設コンサルタント
請負者	建設共同企業体(JV)

また、月間工程表は実施工程ではなく予定であり、施工計画書、工事数量総括表は古いものであり既に破棄したとJV側から報告を受けたためCIMモデル作成に使用できなかった。入手することのできなかった施工計画書、数量計画書の用語を木下が解説したもの⁴²⁾を以下に示す。

① 施工計画書

工事帳票の一つで、受注者が工事着手前に工事目的物を完成するために必要な手順や工法等について記して監督職員に提出する資料。工事概要、計画工程表、現場組織票、指定機械等を記載する。なお、受注者の任意で施工する場合においても、施工方法等の変更の際には施工計画書の修正、提出は必要となる。

② 工事数量総括表

工事施工に関する工種、設計数量及び規格を示した書類を言う(発注機関により名称は異なる。国土交通省「土木工事共通仕様書(案)」(平成25年3月)においては、この名称を用いる)。記載の工種(レベル2)、種別(レベル3)、細別(レベル4)の体系は、新土木工事積算大系の工事工種体系ツリーが基本となる。

(3) CIMモデル作成と問題

提供資料からCIMモデルを作成したところ、以下の項目が3次元モデル化と工程表と連携させる作業の際に障害となった。

a) 2次元図面間の不整合

2次元図面の3次元モデル化を行ったところ図-1のように、平面図に準拠した計画幹線と、止水壁断面図に準拠した計画幹線の間で不整合が確認された。また、同様の2次元図面間の不整合は複数確認された

b) 支障物撤去のタスクの詳細が不明

図面内に工程に影響を及ぼすと考えられる支障物が存在するが、支障物撤去のタスクが月間工程表のうちに見られない。

c) 月間工程表(予定)の変動

提供いただいた工程表で最も詳細なものが月間工程表(予定)であったので、CIMモデルに組み込む工期とする検討をしたが、実施工程表ではないため前後月であっても変動が激しく、CIMモデルに工程を組み込むことは断念した。

d) タスクの指定された作業範囲が大きい

月間工程表に示された作業範囲からは大まかな位置しか把握できない。よって工程のタスクと図面の詳細な対応付けが困難である。

これら作業上の問題点は、2次元図面とソフトウェアを使用していないバーチャートが基礎となる施工において、事後的に工程を含む3次元モデルを作成する際に生じたものである。実際の工事において、様々な情報を扱うCIMモデルの効果的な活用するためには3次元モデルの対応付けを考慮した情報の扱

い、つまりタスク、工程と3次元モデルなど、情報のマネジメント法を考慮することが必要となる。

(4) 異なるタイミングで作成された2次元図面間の比較

本研究では提供資料における「221_仮設工構造一般図_141008」と「国道路面覆工図(専用桁入り)」の2種類の2次元図面を比較し、止水壁における変更を中心に抽出した。

「221_仮設工構造一般図_141008」のファイル名の数字は2014年10月8日が最終更新日であるという意味であると考えられる。「221_仮設工構造一般図_141008(以後、旧図面)」の画層に記載されている更新日を表-4に時系列にまとめた。また会社名や同様に「国道路面覆工図(専用桁入り)(以後、新図面)」の更新日に関しても表-5に時系列にまとめた。

ここで2つの図面で同じ時間範囲を一部共有している図面であるにも関わらず、日付の記入された画層が重複していないことがわかる。このように同じ止水壁などに関する情報が統合されず、分散してしまっていることがわかる。高い能力と多くの経験を持った技術者であればマネジメントは可能であると考えられるが、情報を統合・一元化されることを前提とするCIMを活用することは現状の情報マネジメントシステムでは難しいことがわかる。

なお、2度の更新があった構造物と柱に関しては、古い日付の画層には何も記されていない。

2次元図面間の比較を行った結果、止水壁に関する変更のみで40箇所抽出された。以下に図面変更の原因別分類を示す。なお、緑色が旧図面の止水壁であり、灰色が新図面の止水壁である。

a) 発注者による変更：4箇所

発注者側による意向で変更が行われた場合を指す。また止水壁に関する変更では発注者側の設計変更の意図が不明瞭であったことが施工者へのヒアリングにおいて確認されている。

b) 干渉(設計における埋設管位置精度が不十分):21箇所

設計における埋設管位置精度が不十分であったため、埋設管との干渉があり設計変更を行った。または干渉する位置に埋設管がなかった、干渉物が撤去可能だったため設計変更を行った場合を指す。

c) 埋設物との離隔考慮(設計における埋設管位置精度が不十分):4箇所

設計における埋設管位置精度が不十分であったため、埋設管との離隔を考慮した変更が行われていた場合を指す。

d) 施工性を考慮した変更(埋設物との離隔考慮など):7箇所

施工者側の要望によって、施工性を理由に埋設管との離隔などを考慮した変更が行われていた場合を指す。

e) その他：4箇所

施工段階での現場合わせが前提となっていた場合を指す。

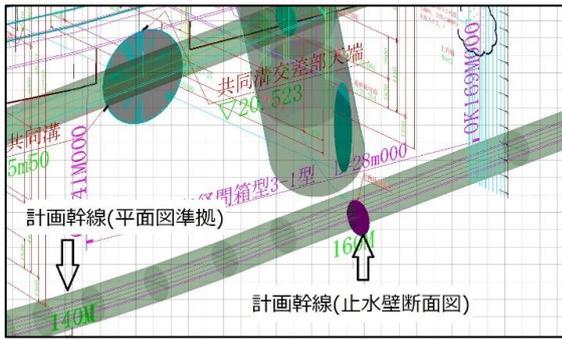


図-6 2次元図面間の不整合

表-4 「221_仮設工構造一般図_141008」画層更新日

画層名	作成日
<<その他の画層>>	不明
010-埋設-NTT管051013	2005/10/13
010-埋設-ガス管051013	
010-埋設-下水管051013	
010-埋設-既設城南幹線051013	
010-埋設-水道管051013	
010-埋設-東電管051013	
011-旗揚-NTT051013	
011-旗揚-ガス051013	
011-旗揚-下水051013	
011-旗揚-水道051013	
011-旗揚-東電051013	
007-共同溝051013	2005/11/1
005-仮設-新止水壁(051013 JV3)	
006-計画-051101構造物- 3/1	
006-計画-051101地下1階柱- 3/1	
006-計画-051101地下2階柱- 3/1	
006-計画-051101地下軌階柱- 3/1	
010-埋設-計画城南幹線051128	2005/11/28
001-古川発進立坑構築時仮土留杭(051130JV受領テ-9)	2005/11/30
005-仮設-1期妻部アノカ-(051130JV受領テ-9)	2005/12/27
005-仮設-新中間杭(051227 3/1)	
006-計画-060201地下軌階柱- 3/1	
006-計画-060201地下1階柱- 3/1	
006-計画-060201地下2階柱- 3/1	
006-計画-060201地下軌階柱- 3/1	
006-計画-060201ホーム- 3/1	
006-計画-060201構造物- 3/1	

表-5 「国道路面覆工図(専用桁入り)」画層更新日

画層名	作成日
<<その他の画層>>	不明
0-170301合成	2005/3/1
0-H17.04.14 外築線	2005/4/14
0-H17.05.26 外築線	2005/5/26
3/1より中間杭060223	2006/2/23
残置杭&不明アスコン060310	2006/3/10
060314試掘結果	2006/3/14
SMW(060613)	2006/6/13
SUNPOSMW(060613)	
SMW内回り芯(SRW変更案)060826	
SMW内回り芯(SRW変更案)060826	2006/8/26

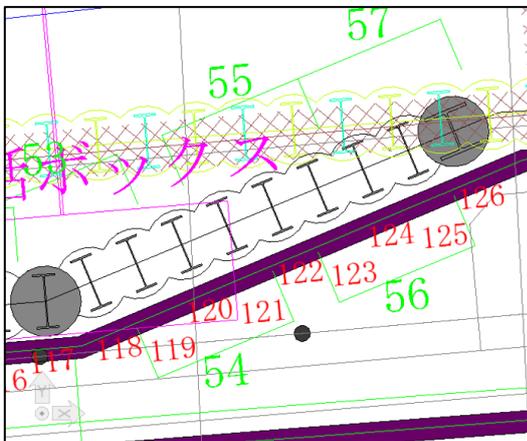


図-7 止水壁の線形が変更(発注者による変更)

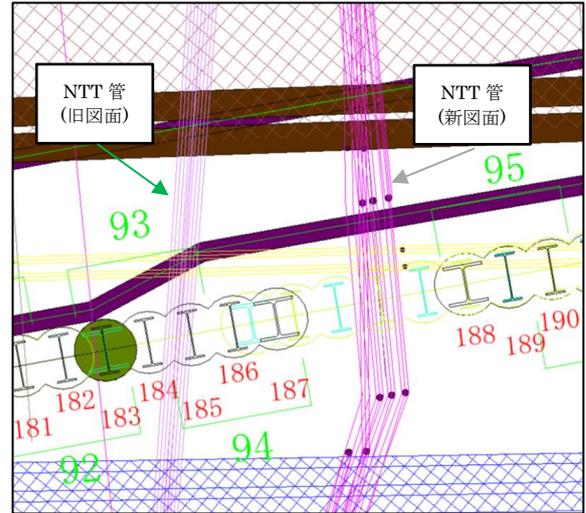


図-8 埋設管との干涉

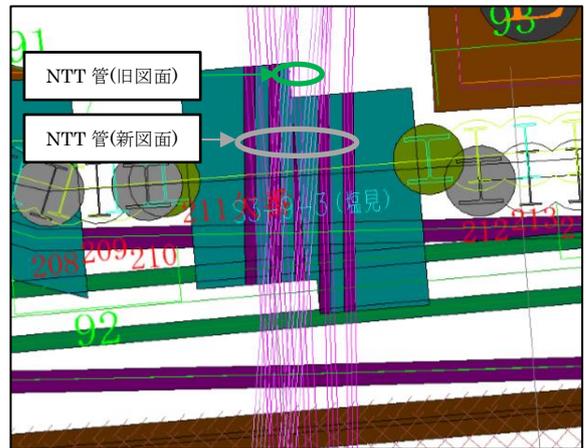


図-9 埋設管との離隔考慮

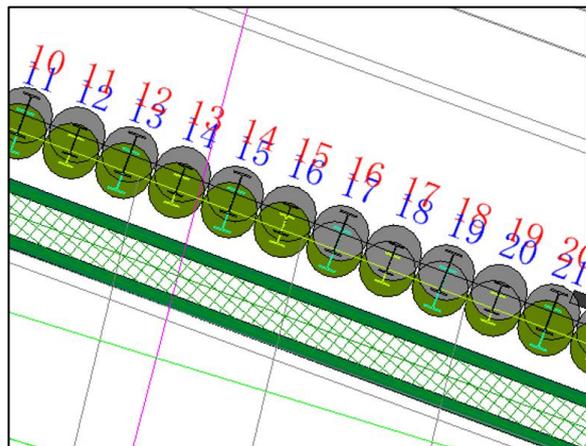


図-10 施工性向上のための埋設管との離隔考慮

また、図-7が発注者の意向により止水壁の線形が変更された場合であり、図-8がNTT管(旧図面)を意識して干渉しないよう設計されたものの、実際には大きく位置が異なっており、その実際の位置に合わせて止水壁の設計変更を行った場合である。図-9はNTT管が旧図面と比較して実際には広がっていた

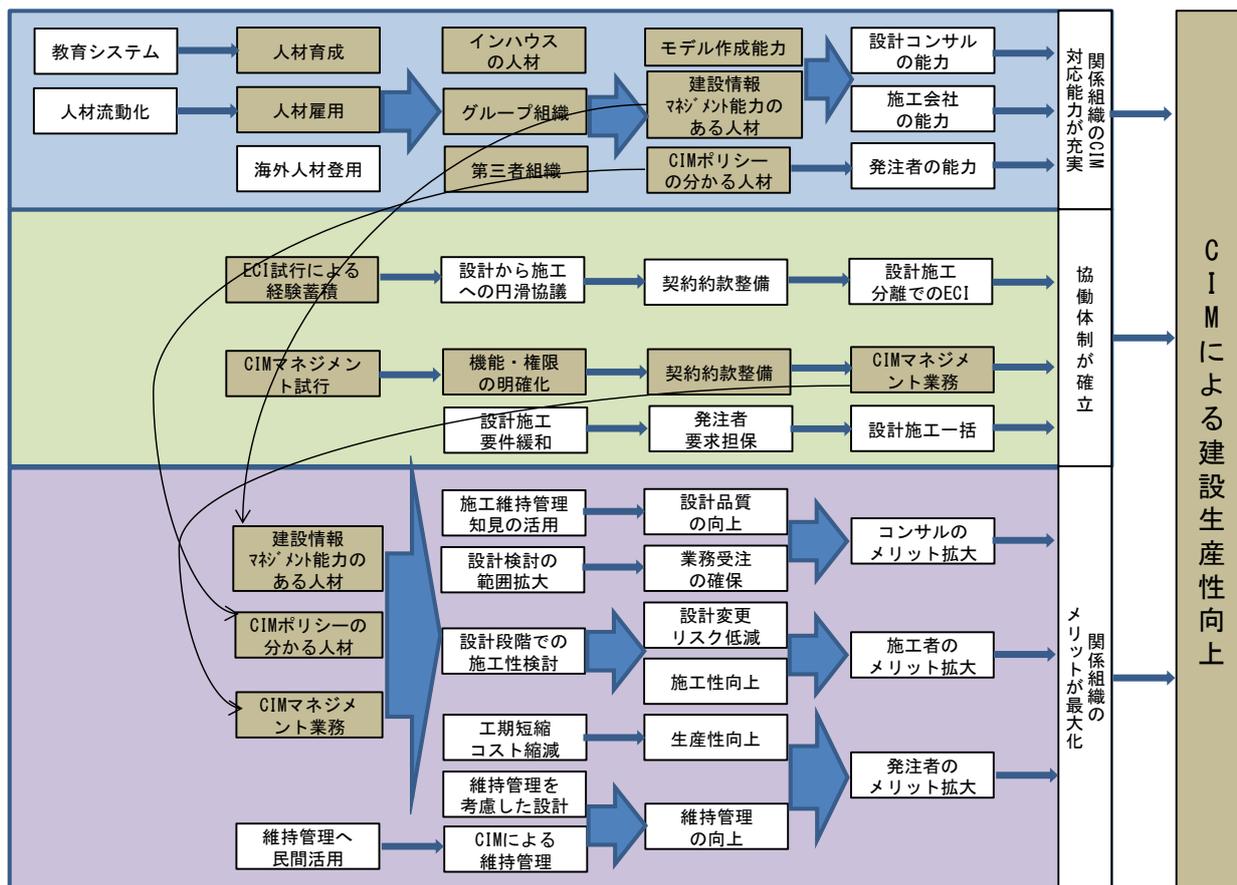


図-11 CIMにおける協働体制と対応能力

め、離隔を考慮した設計変更が行われた場合であり、図-10 はガス管との離隔を考慮するために施工者の要望によって変更された場合である。

a)～e)の分類のうち、設計段階から CIM が活用されていた場合に、施工段階の設計変更を防ぐ可能性があるのは「埋設管との離隔考慮」である。それ以外の場合については、発注者側の意図が不明瞭である以上、設計段階からの CIM が有効であるか判断ができないものや、CIM データ構成に用いられるはずであるデータの精度不足が原因であり、CIM 活用の有無にかかわらないため考慮しないこととした。

2次元図面間の比較から、都市内の地下を対象とした工事においては、本事例と同様に設計段階での情報不足により多くの設計変更が生じると考えられる。国土交通省が報告しているように「道路等を掘削する工事においては、こうした地下埋設物の位置情報が必ずしも正確でないことから、地下埋設物を損傷する事故が多く発生している」⁴³⁾。そのため CIM の可視化や干渉チェック等の利点は現時点では限定的にならざるを得ない。このことから埋設管の情報精度の問題であり国土交通省が打ち出した地下埋設管情報の統合的管理を目指す取り組みが重要となる⁴³⁾。

仮に設計段階から一貫通貫で CIM による情報マネジメントが行われた場合、CIM モデルによって組み込む情報は統合され、図面のバージョン管理などが徹底される。それにより、本事例のような図面の変更

が別の図面に点在しているような情報の不整合が生じなくなると考えられる。このような CIM モデルを介した図面のバージョン管理を行うことで、図面修正の整合性の担保にもつながり、不確定な条件が多い対象工事であっても、情報の整合性に起因する手戻りなく柔軟に施工を進めることができる。

以上のように、有効な CIM モデル構築には設計者、施工者、施設管理者などの各レイヤーが、連携を考慮した情報精度を確保し、情報マネジメントを行う必要がある。

6. CIMにおける情報マネジメント

CIM の取り組みが成果を発揮して、建設生産性が向上し、より創造的な社会基盤事業を達成するためには、ICT レベルの向上や、必要最低限の標準化は必要であるが、本質的なことは、発注者・設計者・施工者等のステークホルダーの組織としての CIM 対応能力の充実、それらの協働体制の確立、それらの結果としての各組織が WIN-WIN 関係を継続的に保持してゆけるメリットの最大化である。図-11 にこれらの観点から重要と思われる施策を整理した。CIM ポリシーをしっかり持つ人材、建設情報マネジメント能力のある人材などの必要な人材確保と、CIM マネージャーの業務の確立などの協働のための制度作りであると考える。そこで、情報マネジメントに関する状況を BSi が制定している関連規格から整理し、CIM に

おけるライフサイクル情報マネジメントの実現のための方法論を検討する。

(1) BIMにおける情報マネジメントの取り組み

情報マネジメントの制度化はイギリスの BSi が作成した BS1192³²⁾のサポートドキュメントである PAS1192-2:2013³³⁾にみられる。「PAS1192-2 は、BIM を使用して提供されるプロジェクトに関連する情報マネジメント要件に関する具体的なガイダンスを提供する」³³⁾。この文書は BS1192 と CIC BIM Protocol, First Edition, 2013⁴⁴⁾などを参照しており、これらの参照文書は PAS1192-2 の適用に必要不可欠であると述べられている³³⁾。PAS1192 にはプロジェクトの段階によって文書が異なるが、本論文では設計、施工における情報マネジメントを取り扱う PAS1192-2:2013 を参照した。

PAS1192-2:2013 は発注者側から提出要求される「発注者の情報要件(EIR: Employer's Information Requirements)」に応じて受注者側は発注者が、サプライヤーの取組案、能力及び力量が「発注者の情報要件(EIR)」を満足するか評価するための文書である「契約前 BIM 実行計画(BEP: BIM Execution Plan)」を作成する。契約後は「契約前 BIM 実行計画(BEP)」を詳細化し、プロジェクト履行計画(PIP: Project Implementation Plan)、タスクチーム情報管理計画(TIDP: Task Information Delivery Plan)、マスター情報管理計画(MIDP: Master Information Delivery Plan)、マスター情報

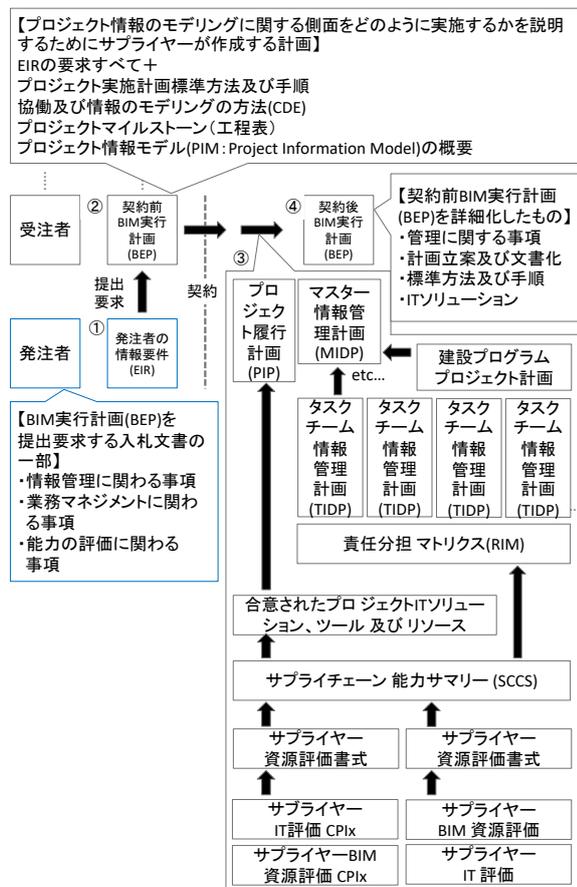


図-13 PAS1192-2 における概略図

管理計画(MIDP: Master Information Delivery Plan)などを含む「契約後 BIM 実行計画(BEP)」を作成する。この「契約後 BIM 実行計画(BEP)」の内容を指標としてプロジェクトのマネジメントを行う。図-13に「発注者の情報要件(EIR)」の要求から「契約後 BIM 実行計画(BEP)」作成までの資料の大枠の関係を示した。このように発注者からの要件を基礎にすることで、必要な情報を明確にしたマネジメントが可能になる。

(2) CIMの効果的活用のための情報のマネジメント法の導入に関する検討

日本国内における情報マネジメントの向上のために PAS1192-2 における重要だと考えられる要素から日本における情報マネジメントに関する制度検討の方針を示した。

a) 情報マネージャーの役割の任命

情報マネージャーは CIC BIM Protocol において「発注者によって情報管理の役割を果たすために任命された人」と定義されており、発注者は情報マネージャーとしての役割を担う関係者を指名することが義務づけられている。情報マネージャーの役割はプロジェクトの様々な段階でコンサルタントまたは受注者となる設計リーダーまたはプロジェクトリーダーのいずれかによって実行される可能性が高い¹²⁾。また、場合によっては、発注者は独立した情報マネージャーを任命することもできる。CIC BIM Protocol によれば、情報マネージャーの主要な責任は以下のように要約できる¹²⁾。

- プロジェクトにおける情報交換のためのプロセスと手順の管理
- プロジェクト情報計画と資産情報計画の開始と実施
- 情報交換などのプロジェクト成果の準備を支援する
- モデル生産・引き渡し表(MPDT: Model Production and Delivery Table)の更新を含む BIM プロトコルの実装

日本国内においては CIM の情報を管理する情報マネージャーに関する制度にあたるものではなく、情報管理における計画を契約に必要なものと位置づけ、情報マネージャーの任命を行っていく必要がある。

情報のシームレスなマネジメントという点で、情報マネージャーを設計及び施工の段階での役割分担、契約の形態について考察する。設計施工一括であればコンサルタントとゼネコンの JV の中に、明確に BIM による情報マネジメントの能力と実績のある BIM マネージャーを置くことが望ましい。Liu ら³⁰⁾も指摘しているように、設計コンサルタント・施工者は、そのオリジナリティを維持できるメリットから、その内部に BIM コンサルティング機能を持つことを好むものの、BIM コンサルタントの能力を有する企業は多くないため、発注者から見ると BIM コンサル

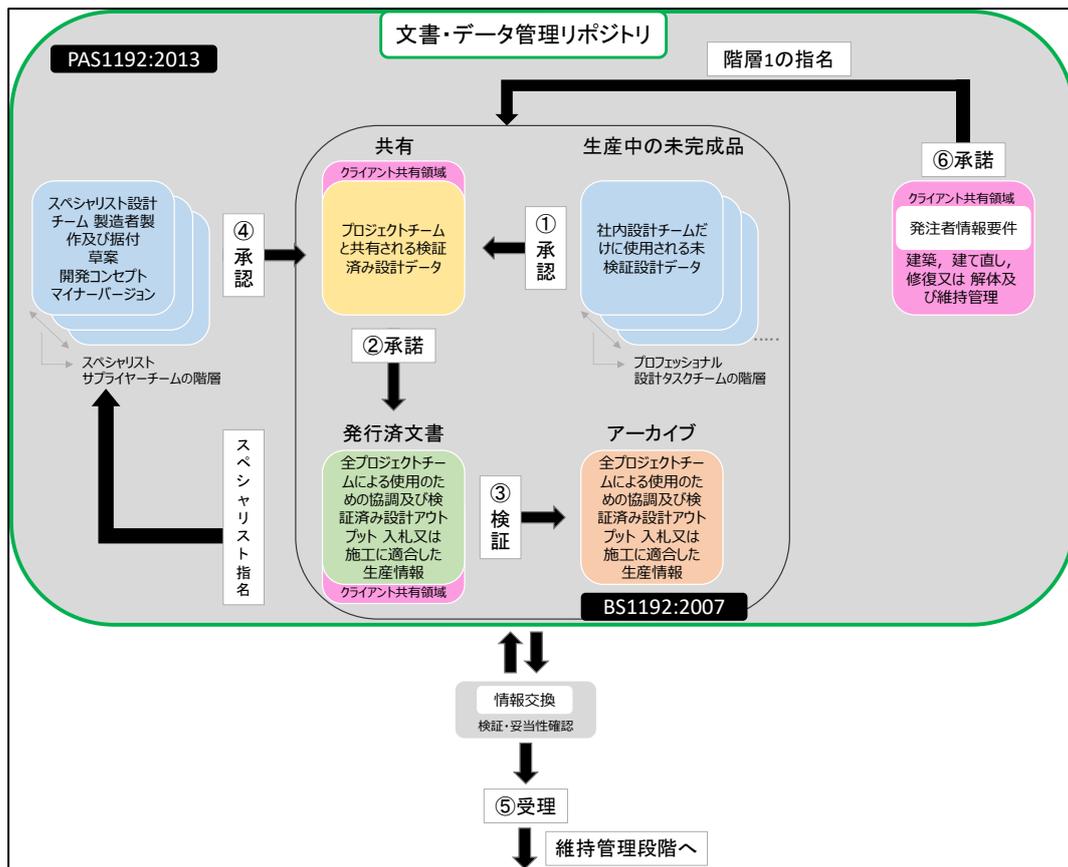


図-12 PAS1192-2における共通データ環境(CED)

タントを設計コンサルタント・施工者以外の第三者から選ぶことでBIMの効果が発揮されやすいことを考慮するべきである。

また、設計施工分離発注の場合には、現状では、設計コンサルタント、施工を受注する請負者のなかに、BIMマネジメントの機能を持つことが必要であるものの、設計の施工の間での情報の隔絶はBIMの有効性を阻害する要因であることから、BIMの経験が豊富で能力のある独立した第三者と発注者の間でBIMマネジメント契約を結ぶことが望ましい。

ECI (Early Contractor Involvement)方式という、設計段階から施工者の関与する方式に関しては、Porwalら²⁸⁾は、設計段階から発注者側にBIMコンサルタントを置き、設計に関してBIMを活用して連携検討する請負業者を含むパートナーシップを提案している。このように、発注者は必ずしもBIMのスペシャリスト機能を有する必要はなく、適切な専門家のコンサルティングを有効に活用することが望ましい。

いずれにしても、BIMマネージャーは単に情報の専門家集団ではなく、建設プロジェクトに精通した情報の専門家集団であることが必要となる。

b) 情報の承認プロセス設定

PAS1192-2における情報の承認プロセスは共通データ環境(CED: Common data environment)によるものでありBS1192の共通データ環境(CED)を拡張したものと捉えられる。図-12に共通データ環境(CED)の構造を示す。

発注者と契約した受注者(階層1)において複数のタスクチームを設け、そのそれぞれの階層において、タスクチーム管理者、タスク情報管理者、BIM製作者などの役割分担が設定されている。

また①～⑥におけるプロセスにおいても情報マネージャーや発注者などの役割分担が行われている。日本国内のCIMにおいても、維持管理段階へ有用な情報を漏れなく引き継ぐことが重要であるため、共通データ環境(CED)のような情報のプロセスの設定を入札段階で要求文書に加えるなどの取り組みが必要であると考えられる。

c) 発注者に求められる役割の限定

PAS1192-2において発注者の役割として特徴的であるのは、主に設計段階の節目において「発注者側の平易な言葉による質問」の回答に値する情報を受注者が提供することが事業プロセス内に含まれていることである。以上のように情報技術の知識の十分ではない発注者においても、「発注者の情報要件(EIR)」を作成することが可能であればBIMの導入が可能となる。このような発注者側の知識に依存することのないシステム構築も必要となる。

日本国内のCIMの本格導入においてPAS1192-2などを参照し、情報のマネジメントに焦点をあてた制度設計の指針を示した。ライフサイクルを通して情報の活用を行うためにも、情報マネジメントにおける積極的な議論がなされるべきであると考えられる。

これまでのところ、CIMの導入推進における発注者の役割に関しては、試行事業の中で活用型技術監理業務として外部支援を取り入れ、発注者内での業務の効率化や課題の解決ツールとしてCIMの活用を推進するリードオフマンの育成を想定して、事業の上流段階や業務の各ポイントでCIMの具体的な活用方策の提案をもらうだけでなく、3次元CADの取り扱いに対するアドバイスも求めることとしている。このような取り組みは必要であるが、最も重要なことは発注者としての役割の明確化である。

d) 受注者の役割

設計コンサルタントあるいは施工を担当する請負者の中に、CIMマネジメント機能を持たせる場合、特に中小の企業にはCIMを活用できる人材は皆無である場合が多く、社員自らがモデリングをして業務に取り組んでいる業者は少ないため、多くは下請けのモデリング専門企業にモデルを作成させているのが現状である。このような状況では、従来の業務とモデリング業務が社内グループの中で乖離し、情報マネジメントが成立しないばかりか、将来的な発展性も阻害されることになる。しかし、このような状況も社内の問題であり、発注者などの他のステークホルダーが関与できない課題である。このようなビジネスモデルでは発展性がないため、そのような企業はCIMの流れから取り残されてゆく可能性が高いであろう。そのように考えた場合、発注者はBIMマネージャーに求められる能力を明確にして、経験と知識の豊富な第三者をBIMマネージャーとして契約し、統合的な情報マネジメントを行うことが求められる。

以上では、日本国内のCIMの本格導入においてPAS1192-2などを参照し、情報のマネジメントに焦点をあてた制度設計の指針を示した。ライフサイクルを通して情報の活用を行うためにも、情報マネジメントにおいての積極的な議論がなされるべきであると考えられる。

7. 結論

本研究では、本格導入期であるCIMの担うべき役割をCALS/EC、BIM、i-Constructionとの関係を明確にしつつ方向づけを行うことで、今後制度面において検討すべきは情報マネジメントであることを明らかにし、制度検討の方針案を示した。都市内地下駅舎建設事業の仮設構造物を対象にCIMモデルの作成を行うことで、2次元図面の限界を示し、また、施工中の設計変更を抽出し、CIMの活用可能性を探ることで、CIMの利点にも埋設管情報の精度など条件に依存してしまうという限界があることを示した。

以上よりCIMモデルを活用する場合には、CIMモデルに適合するような情報のマネジメントに関する制度検討、ひいては発注者・設計者・施工者等のステークホルダーの組織としてのCIM対応能力の充実、それらの協働体制の確立が必要となる。

謝辞 本研究は日本建設情報総合センターの助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- 1) 国土交通省：官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン，www.mlit.go.jp/common/001029778.pdf
- 2) 国土交通省：CIMガイドライン(案)第1編 共通編，www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/guide01.pdf
- 3) 小林一郎，小林優一，高橋優介，吉田史朗：モデル空間での2次元図面データ利用に関する一考察，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.67，No.2，pp.I_85-I_94，2011.
- 4) 矢吹信喜，川口貴之，福田知弘：積集合演算によるBIMデータからの景観検討用3次元モデル作成手法の開発，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.68，No.2，pp.I_31-I_40，2012.
- 5) 有賀貴史，矢吹信喜，新井泰：変状データを含む開削トンネルの製品モデルの構築，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.68，No.1，pp.I_58-I_72，2012.
- 6) 有賀貴志，矢吹信喜：土木構造物を対象とした変状の情報管理のためのプロセスモデルの開発，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.69，No.1，pp.I_10-I_20，2013.
- 7) 有賀貴史，矢吹信喜：コンクリート構造物の変状管理における製品モデルの適用，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.69，No.2，pp.I_71-I_81，2013.
- 8) 四月朔日勉，矢吹信喜：各種DBMSによる橋梁3次元製品モデルの管理手法に関する研究，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.71，No.2，pp.I_87-I_98，2015.
- 9) 小林優一，吉野博之，谷口和昭，金光都，徳武広太郎：CIMの概念を用いた鋼上部工の3次元モデルの構築に関する効率化の一提案，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.72，No.2，pp.II_90-II_95，2016.
- 10) 藤田陽一，小林一郎，緒方正剛，Wongsakorn Chanseawrassamee：点群データ用エディタの開発と利用法について，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.70，No.1，pp.I_48-I_55，2014.
- 11) 窪田諭，中村健二，重高浩一，今井龍一，櫻井淳：3次元地形モデルを対象とした描画ガイドラインの提案：土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.71，No.2，pp.II_50-II_57，2015.
- 12) 板倉崇理，矢吹信喜，福田知弘，道川隆士：維持管理のための橋梁3次元製品モデルの最適詳細度に関する基礎的検討，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.70，No.2，pp.I_42-I_49，2014.
- 13) 田中成則，窪田諭，北川悦司，物部寛太郎，中村健二：ISO10303に準拠した汎用3次元CADエンジンの設計とその検証，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.68，No.2，pp.I_43-I_50，2012.
- 14) 藤澤泰雄，矢吹信喜：鉄道高架橋を対象とした三次元モデルと解析ソフトウェアとの連携に関する検討，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.68，No.2，pp.I_1-I_8，2012.
- 15) 宮武一郎，田村利晶，盛伸行，岡井春樹，高岸智紘：築堤工事の設計におけるCIMの適用についての一考察，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol.70，No.2，pp.II_1-II_8，2014.
- 16) 宮武一郎，岡崎仁司，塚原大輔，栗山卓也，松田寛志：

- 3次元モデルを利活用する堤防設計に関する一考察, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.72, No.2, pp.I_42-I_51, 2016.
- 17) 藤澤泰雄, 矢吹信喜, 五十嵐善一, 吉野博之: 鉄道高架橋を対象とした三次元設計モデルの積算・施工への利用, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.67, No.2, pp.I_8-I_17, 2011.
 - 18) 藤澤泰雄, 矢吹信喜, 吉野博之: 三次元設計モデルの積算への利用方法の検討, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.69, No.2, pp.I_63-I_70, 2013.
 - 19) 杉浦伸哉, 後藤直美: 紀勢線見草トンネル工事における施工 CIM から維持管理 CIM への取り組み, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.71, No.4, pp.I_227-I_233, 2015.
 - 20) 畑浩二, 杉浦伸哉, 後藤直美, 藤岡大輔: 山岳トンネルにおける ICT を活用した予測型 CIM の開発, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.71, No.2, pp.II_78-II_85, 2015.
 - 21) 宮武一郎, 田村利晶, 盛伸行, 岡井春樹, 高岸智紘: CIM を適用した築堤事業の施工段階における3次元モデルの作成・修正の支援に関する一考察, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.72, No.4, pp.I_45-I_54, 2016.
 - 22) 清水智弘, 吉川眞, 瀧浪秀元, 御崎哲一, 高橋康将, 中山忠雅, 内田修, 近藤健一: 3D モデルを用いた橋梁維持管理システムの開発, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.69, No.2, pp.I_45-I_53, 2013.
 - 23) 石田仁, 矢吹信喜: WebGL の土木構造物の維持管理への応用, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.71, No.2, pp.II_58-II_65, 2015.
 - 24) Chen, L. and Luo, H. : A BIM-based construction quality management model and its applications, *Automation in Construction*, Elsevier B.V., Vol.46, pp.64-73, 2014.
 - 25) Chien, K, Wu, Z, Huang, S. : Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study, *Automation in Construction*, Elsevier B.V., Vol.45, pp.1-15, 2014.
 - 26) Ding, L., Zhou, Y. and Akinci, B. : Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD, *Automation in Construction*, Elsevier B.V., Vol.46, pp.82-93, 2014.
 - 27) Eadie, R, Browne, M. et.al. : BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis, *Automation in Construction*, Elsevier B.V., Vol.36, pp.145-151, 2013.
 - 28) Porwal, A. and Hewage, K.N. : Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects, *Automation in Construction*, Elsevier B.V., Vol.31, pp.204-214, 2013.
 - 29) Miettinen, R. and Paavola, S. : Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling, *Automation in Construction*, Elsevier B.V., Vol.43, pp.84-91, 2014.
 - 30) Liu, Y., Nederveen, S. and Hertogh, M.: Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China, *International Journal of Project Management* Vol.35, pp.686-698, 2017.
 - 31) 国土交通省: 今後の検討内容について, 第4回 CIM 導入推進委員会資料, 2017.8.
www.mlit.go.jp/common/001197209.pdf (2017.12.220 閲覧)
 - 32) The British Standards Institute: British Standard BS 1192:2007+A1 (Collaborative production of architectural, engineering and construction-Code of practice), 2015.
 - 33) The British Standards Institute: PAS1192-2:2013 (Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling), 2013.
 - 34) Van Nederveen, G.A. and Tolman, F.P. : *Modelling Multiple Views on Buildings*. *Automation in Construction*, 1, 215-224, 1992.
 - 35) Dave, B. : *Developing a construction management system based on lean construction and building information modelling*. Ph. D. University of Salford, 2013.
 - 36) Eastman C, Fisher D, Lafue G, Lividini J, Stoker D, Yessios C. : *An outline of the Building Description System*. Research Report No. 50, Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, USA, 1974.
 - 37) A unified standard for the Architectural, Engineering and Construction Industry in the UK (AEC (UK)) : BIM Protocol 2.0, 2012,
<https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>
 - 38) 日本建設情報総合センター: CALS/EC とは,
www.cals.jacic.or.jp/calsec/
 - 39) 国土交通省: 国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008, www.mlit.go.jp/common/000036985.pdf
 - 40) 国土交通省: 官庁営繕事業における BIM 導入プロジェクトの開始について,
www.mlit.go.jp/common/000110964.pdf
 - 41) 国土交通省: i-Construction 推進に向けたロードマップ,
<http://www.mlit.go.jp/common/001206546.pdf>
 - 42) 日本建設業連合会: 施工 CIM 事例集 2017,
www.nikkenren.com/publication/pdf/260/H29_cim.pdf
 - 43) 木下誠也: 公共工事における契約変更の実際, 一般財団法人 経済調査会, pp. 412-418, 2014. 7. 31
 - 44) 国土交通省: 地下空間の利活用に関する安全技術の確立について答申(案),
<http://www.mlit.go.jp/common/001193134.pdf>
 - 45) Construction Industry Council (CIC): BUILDING INFORMATION MODEL (BIM) PROTOCOL. CIC/BIM Pro first edition 2013. Standard Protocol for use in projects using. *Building Information Models*, 2013.

Information Management in Infrastructure Project Delivery for Effective Usage of Construction Information Modelling in Japan

Keisuke FUJIOKA supervised by Masaru MINAGAWA

In recent years, efforts to utilize information technology in the construction industry are expanding globally, and BIM (Building Information Modeling) has been mandated in the UK

in 2016. In Japan, CIM (Construction Information Modeling) was proposed under the leadership of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, in order to introduce the application precedent in the building field into the civil engineering field, "CIM introduction guideline (draft)" was announced in 2017. However, information management in the life cycle, such as collaboration from design to construction, and discussion on the form of contract execution for that purpose are underway.

In this research, first of all, while summarizing broad institutional issues in CIM and utilization of overseas information technology focusing on BIM, utilizing information technology in Japan as a starting point of CALS / EC measures BIM, By positioning CIM and i-Construction, we clarify that the issue to be considered by CIM in Japan is management of information. From the design to the construction, at least for the information management seamless environment is indispensable for maximizing the effect of CIM introduction, by analysis targeting the private construction work of design and construction separation order. Then, consider the methodology for realizing life cycle information management in CIM based on BS 1192 and PAS 1192-2.