

国づくりと研修

vol.150 創刊150号記念号 2023.10

特集「ICTを活用した社会資本整備」



BIM/CIM活用の今後の展望

木下 誠也

日本大学危機管理理学部
危機管理学科 教授

1. BIM/CIMとは

BIMとはBuilding Information Modelingであり、三次元(3D)の建築物のデジタルモデルに材料などの仕様やコストなどの属性情報を加えたデータを、設計から施工、維持管理までの全工程で共有して活用する手法である。概念は一九七〇年代に生まれたが、二〇〇三年頃からこの言葉が広く用いられるようになり、その後、土木構造物へも拡張して活用されるようになった。

わが国でもBIMを土木分野へ拡張しようと、国土交通省の公共事業部門では、BuildingやConstructionに置き換えてCIMと称し、二〇一二年度から導入が検討され、モデル事業が開始された。そして、二〇一七年三月には

CIMを活用するモデル事業の結果も踏まえ、「CIM導入ガイドライン(案)」が策定された。

海外ではCIMという表現はあまりなじみがなく、BIM for Infrastructure, BIM for Civil Projects, BIM in Civil Engineeringなどと表現されることが多い。わが国では、二〇一八年度からBIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) と称するようになった。図-1にその概念図を示す。

二〇二三年度には国土交通省直轄事業においてBIM/CIMを原則適用することとなり、一部の地方公共団体でも導入するようになってきた。

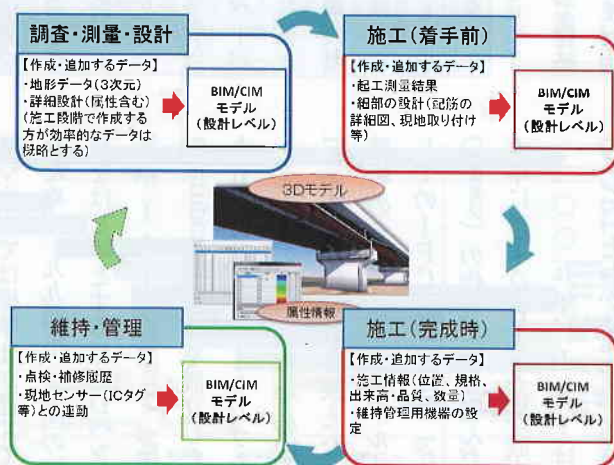


図-1 BIM/CIMの概念図
BIM/CIM活用ガイドライン(案) 令和4年3月 国土交通省
第1編 共通編3ページ 図 1-1 BIM/CIM の概念を元に作成

2. BIM/CIM導入の意義

BIM/CIMの重要な利点は、インフラ整備のプロセスで発注者・設計者・施工者等の関係者が3D構造物デ

ータを含む情報をリアルタイムで共有し、シームレスなコラボレーションが可能になることである。立体的に可視化することでエラーが少なくなり、関係者が意見を出し合うことで最適な設計、そして施工に繋がる。3Dモデルの属性情報を用いて積算を効率化することもできる。また、意思決定が容易になり、地元説明における合意形成にも有効である。仮設を含め施工が効率化し、工事の安全確保に役立つほか、出来形確認が容易になる。さらに、維持管理面でも、3Dモデルは現状を正確に把握しやすく、センサーやAIとの相性も良い。

労働の多くを担う下請業者は3Dモデルへのアクセスにより、実際に何をすべきかを確認し、課題を共有することもできる。下請業者の知識は、エラ



1の防止やコスト低減にも役立つ。

3Dデータに時間軸としての工程を連動させて4Dモデルとすれば、施工計画を最適化することができ、進捗に応じデータを更新することで工程管理が容易になる。これにコスト情報を加えることでコストマネジメントが容易な5Dに進化する。生産性向上のためには、事業の計画段階から設計、施工を経て、供用後の運用・維持管理までのライフサイクルにわたって、工程管理やコスト管理を統合したプロジェクトマネジメントを可能とする5Dが期待される。

6D以上については言葉の定義に国際的コンセンサスがあるとはいえないが、炭素排出量など持続可能性に関する情報を追加する場合などがある。

一九九六年五月に当時の建設省が公共事業支援統合情報システムを意味する建設CALSの整備基本構想を打ち出したが、これはまさにBIM/CIIMと同様に関係者間のデータ共有を指していた。一九九七年六月には「建設CALS/ECアクションプログラム」を発表し、二〇〇四年に建設省のすべての直轄事業に、二〇一〇年に地方公共団体を含めたすべての公共事業

にCALS/ECを実現するとした。この頃、世界的には電子商取引を意味するEC（電子商取引）という言葉がよく使われるようになっていたので、CALS/ECと表現した。

こうした取組の結果、設計・積算フェーズにおける2D/CAD等の標準化や電子納品、そして入札・契約フェーズにおける電子調達の導入などフェーズごとの電子化は相当程度進んだ。しかし、たとえば設計データがペーパーを介さずに施工図に生かされるとか、施工段階のデータが維持管理段階へ引き継がれるという状況には至らず、プロセス全体にわたってデータを共有して効率的にプロジェクトをマネジメントするには至らなかった。

そこへ、二〇〇〇年代に入って建築分野を中心にBIMが急速に普及し始め、わが国でも土木分野へこれを活用できれば、公共事業のプロセス全体にわたって関係者間でリアルタイムでデータ共有が可能になると考えるようになった。

3. 国際標準の動向

BIM/CIIMを導入して、プロセスの各段階において関係者間で構造物

データを含む情報をリアルタイムで共有するには、さまざまなソフトウェア間でデータをスムーズにやり取りするデータモデルの標準化が必要である。機械、電子、製造等の分野に比べて建築や土木では標準化が進んでいなかったため、一九九四年、米国のAutodesk社をはじめとするCADベンダー十二社がIAI (Industry Alliance for Interoperability) を設立した。翌一九九五年にはメンバーシップを公開し、一九九七年に名称中のIndustryをInternationalに置き換えた。主に建築物のプロダクトモデルの標準としてのIFC (Industry Foundation Classes) の作成に取り組んだ。一九九六年にはIAI日本支部が設立された。

二〇〇五年、IAIはbuilding-SMARTとわかりやすい名称に改められ、英国の非営利法人として法人化されたbuildingSMART International (bSI) により運営されるようになった。IAI日本支部はbuildingSMART Japan (bSIJ) となった。支部は二〇一三年七月時点で三十二支部まで増えている。会社、機関等の会員数は六十五となっており、日本からゼネコン四社・地質会社一社が参加している。

IFCは一九九六年に発行されて以来、たびたび拡張され建築分野についてIFC4（正式にはIFC2x4すなわちIFC2の四番目の拡張）が二〇一三年に国際標準ISO 16739:2013として認められ、現在は改訂されたISO 16739-1:2018が運用されている。

bSIは、元々は建築分野を対象に検討を進めていたが、二〇一三年にインフラ分科会 (Infrastructure Room) を設置して道路、橋梁、鉄道、トンネル、港湾等の土木構造物について検討するようになった。わが国では、土木分野に関するbSIの標準化に対する方針の審議や提案を行うため、二〇一七年九月にbSIJとJACIC（日本建設情報総合センター）により「国際土木委員会」が設置された。二〇一三年三月にローマで開催されたbSIサミットにおける各分科会の検討状況は表1-1の通りである。

bSIインフラ分科会の運営委員会 (Steering Committee) における道路 (Road)、橋梁 (Bridge)、トンネル (Tunnel)、港湾・水路 (Ports & Waterways) に関する検討には日本から積極的に参画している。港湾・水路 (Ports & Waterways) については、

ネ、メンテナンスコスト削減の観点から住宅省が二〇一四年から「デジタル建設計画 (Digital Construction Plan)」を打ち出してBIMの活用を推進した。そして、大手建設会社が多

外受注において競争力を確保するため民間主導で二〇一四年頃からBIMの導入を進めており、建築だけでなく土木分野を含めてBIMの導入が拡大している。

フランスは、橋梁分野におけるIFCを日本とともに共同開発してbSIIインフラ分科会へ提案した。

ドイツでは、二〇一六年から、交通関連等の事業にBIMを導入するようになり、二〇一七年以降は、一億ユーロ以上のプロジェクトにBIMを義務付けた。

米国では、一九八〇年代からBIMに関する研究を進めており、二〇〇三年には、米国の官公庁ビルの建設管理を担うGSA (General Services Administration) が、BIMの活用を求めNational 3D4D-BIM Programを発表した。それ以降、二〇〇六年に米陸軍工兵隊 (US Army Corps of Engineers) がUSACE BIM roadmap

を作成し、請負業者にBIMの使用を求めるなど、BIMの導入を求める連邦機関や州政府等が拡大している。

シンガポールでは、建築確認申請の際、二〇、〇〇〇m以上の建築物については、意匠設計に関するBIM提出が二〇一三年に義務化された。二〇一四年にはこれが構造設計、設備設計に拡大され、二〇一五年にはBIM提出の義務化が五、〇〇〇m以上の建築物に拡大した。シンガポール国立研究財団は、災害への対応や都市計画・資源マネジメント等、都市の課題を効率的に検討するため、3Dデータ等を一箇所に集約した「Virtual Singapore」の整備を二〇二二年一月に完成させた。

韓国では、BIMを導入した最初の公共建築プロジェクトは二〇〇八年であり、二〇〇九年以降、韓国高速道路公社、韓国水資源公社、韓国鉄道網公社等がさまざまなプロジェクトにBIMを導入している。二〇一〇年には最初のBIMロードマップを公開していた。二〇二〇年に作成した新たな十ヶ年のロードマップでは、二〇二一年から三百億ウォン以上の公共事業には設計段階でのBIM適用が義務付けられ、三百億ウォン以下の公共事業では

建築・構造設計や概略設計段階での部分的なBIM適用が義務付けられた。

韓国は、二〇一六年に道路分野におけるIFCを開発しbSIIインフラ分科会に提案するなど、道路分野で大きな役割を果たしている。

中国では、二〇〇八年の北京オリンピックのスタジアムがBIMを導入して設計された。政府主導でBIMを推進するために研究プロジェクトを立ち上げ、都市の計画・設計・施工・管理のデジタル化、建設業の情報化、グリーン施工等をテーマとする研究を進めている。中国は、二〇一六年に鉄道分野におけるIFCを開発し、bSIIの鉄道分科会で大きな役割を果たしている。

5. BIM/CIMの道筋

公共事業へのBIM/CIM導入の効果を最大限に発揮するには、プロジェクトの最初の段階、つまり測量や地質調査などから始まるライフサイクルを一貫通貫で扱うことが重要である。そして、複数工種がある場合は、たとえば土木工事だけでなく、同時並行で進む機械設備工事や電気通信工事も一体として取り込むことが重要である。そして、3Dに工程やコストを加え

たプロジェクトマネジメントを可能にする5D化が急がれる。これにより関係者は起り得るスケジュールの競合を特定したり、資機材搬入の手配などを最適化することができる。さらに、工程の変更がコストに与える影響も視覚化できる。プロジェクトが進行するにつれて実際のコストと見積りを比較できるように、問題が起れば即座に特定して対処することができ、リアルタイムのコスト管理とタイムリーな意思決定が可能になる。5D化により、工程やコストに関する複雑な情報をわかりやすく説得力のある形で伝えることができるので、受発注者間や元請・下請間などのコラボレーションが容易になる。関係者がプロジェクトの目的と予算に沿った意思決定を行うことができ、プロジェクトの成果の向上に繋がる。

しかし、効果的な5Dを実現するには、関係者間のコスト情報の連携が必要になる。コストを自社内で完結して整理することはできるが、他者の情報はブラックボックスになりがちである。特に、わが国の公共工事では、発注者側の積算が契約のベースであるが、受注者側は独自の実行予算に基づいて工事を実施している。受発注者間

でコスト情報を共有しやすくするよう、積算方式や契約方式を見直す必要がある。

また、受注者側でも元請と下請のコスト情報がリンクしなければ、実際にいくらかかっているのが下請業者や協力会社にはわからないことになる。

企業においてはすべてのコスト情報を外部に公開することには課題があると思われるが、所要コストをブレイクダウンして関係者間で共有する手法について検討する必要がある。

6. 発想の転換による BIM/CIMの未来

これまでのBIM/CIMは、構造物を新設するための設計からスタートしている事例が多い。そして施工に繋がって完成してから管理に至るという流れである。もともと建築物を対象として発展したが、土木の世界では、河川などは自然公物として元々存在している。道路や港湾などの人工構造物でも、既設の構造物が多く存在している。インフラを対象にライフサイクルのBIM/CIMを導入するには、まず現存しているインフラの3Dモデルからス

タートして補修や維持工事、更新工事というプロセスに繋げるという逆の発想が必要ではないだろうか。

河川の整備やあるいは土砂災害防止なども考えると、構造物だけでなく地形や地盤の3Dデータも必要になる。二〇二三年三月のbSISサミットでは、BIMデータとGIS（地理情報システム）データとの連携の重要性が複数分野において報告されたことである。BIM/CIMをGISと連携させることで、さまざまな施設の空間情報と地図が重ね合わされることになり、電子データによるインフラの維持管理が容易になる。地形・地質の電子データを河川・道路などの構造物データと関連付けることも必要になってくる。衛星画像やドローンを利用して河川流域を3D化して河川管理に利用すれば災害対策に生かせる。洪水流出計算をしたり、河川の3Dモデルを用いる水位計算をするにもBIM/CIMを活用できる。

気候変動と資源の枯渇に関する懸念が高まる中、持続可能性を優先する必要がある。持続可能性を優先する必要がある。たとえば、炭酸ガス排出量等のデータを加えて6

D化するなどにより、BIM/CIMはより持続可能な設計と施工の実践を可能にすることもできる。

土木分野のBIMモデルの標準化の進展は、新しいインフラ管理に移行するチャンスでもある。河川・道路などの公物管理で高度な技術力を有するわが国が、各インフラ分野におけるBIM/CIMの導入で世界をリードしていききたい。インフラや地盤等に関するデータの連携基盤を構築すべく国土交通データプラットフォームの整備が進められているが、これを発展させBIM/CIMを導入して国土情報がコンピューター上で再現される「電子国土管理」を実現したい。

（参考文献）

- JACC情報 一一四号 巻頭言 CIMに期待する。木下誠也。二〇二二年八月
- buildingSMART Japan : <https://www.buildingsmart.org/>
- 二〇二二年十月十六日第十回国際土木委員会資料③ buildingSMART International パーチャルサミット報告 : https://www.jaic.or.jp/etc/kokusaidoboku/pdf/kokusaidoboku_10_s3.pdf
- 二〇二二年五月二十日第十一回国際土木委員会

資料④ buildingSMART International パーチャルサミット報告 : https://www.jaic.or.jp/etc/kokusaidoboku/pdf/kokusaidoboku_12_s3.pdf

二〇二三年五月二十二日第十三回国際土木委員会資料④ buildingSMART International パーチャルサミット報告 : https://www.jaic.or.jp/etc/kokusaidoboku/pdf/kokusaidoboku_13_s4.pdf

PlanRadar: Research > Architecture > BIM adoption in Europe: 7 countries compared, 21.06.2021

<https://www.planradar.com/gb/bim-adoption-in-europe/>

TECHWIRE ASIA: Singapore cloned to be world's largest digital twin country. By Dashveenjit Kaur/2 June 2022

<https://techwireasia.com/2022/06/singapore-cloned-to-be-worlds-largest-digital-twin-country/>

Analyzing the Impact of Government-driven BIM Adoption: Introducing the Case of South Korea, Donghoon Ji and Yelda Turkana, 38th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2021)

<https://www.iaarc.org/publications/fulltext/131%20ISARC%202021%20Paper186.pdf>