

CIMと建設生産システムの ダイナミックス

一般財団法人日本建設情報総合センター 建設情報研究所長 理事

坪香 伸
TSUBOKA Shin

1 はじめに

昨年の春頃から国土交通省においてCIMということが提唱され、その後国土交通省直轄工事の内11の業務について試行業務が実施されました。

CIMに関する概念は、まだ確定的に固まったものとはなっていませんが、この間CIM技術検討会などの議論を通じて、そのイメージも少し固まって来たのではないかと思います。

ここではできるだけこれまでの経緯を踏まえてCIMと建設生産システムについて述べてみたいと思います。

まずCIMの言葉の意味です。

現在建築関係で使用されている「BIM(Building Information Modeling)」を踏まえて「Construction Information Modeling」を略してCIMとされています。しかしながら最近ではむしろ「Modeling」と言うよりも「Management」の方が適切ではないかと言われています。

つまり、CIMを「Construction Information Management」の略と考えることができます。

この方が構造物を3次元でモデリングをするというよりも、それを使って構造物の計画から設計、施工、管理に至るまで、プロジェクト全体のマネジメントをすることと捉えることができます。

ここでもその全体を捉えるイメージで考えていきたいと思います。

そこでまず、最も3次元オブジェクトの活用が進んでいる工業製品の開発について、そこで用いられている3次元ソフトの紹介と、その活用状況を説明

し、その後、建築関係での3次元オブジェクトの活用内容、つまりBIMの動向にふれます。これらを踏まえて最後に土木分野における3次元オブジェクトの活用、つまりCIMのイメージと今後の可能性について述べたいと思います。

2 工業製品の開発における メカニカル3Dオブジェクトの活用

工業関係で使用される3次元ソフトのことを通常メカニカル3DCADといわれます。

このソフトの基本的な機能についてまず説明します。

3次元オブジェクトの制作の手順としては、まず「部品」を作って、それを「組み立てる」という過程を踏みます。

部品を作る機能として、主なものは、押し出し、回転、スイープ、ロフトなどです(図-1)。

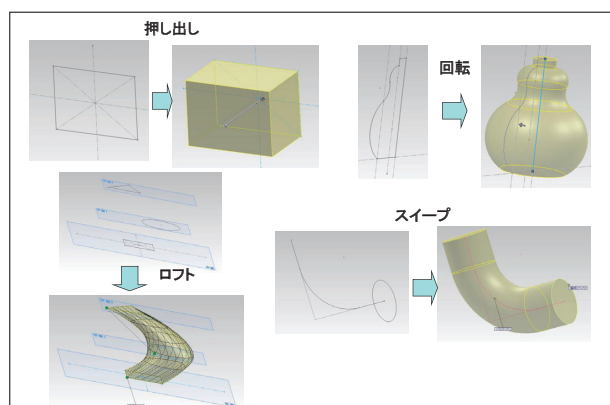


図-1 基本的な機能

このような機能を使って造形を進めることによって、ディスプレイ上に「部品」を作り出すことができます。

図-2に示すのがその試作例です。

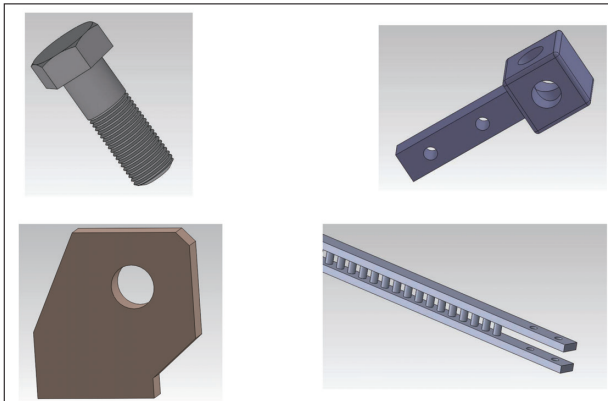


図-2 部品の例

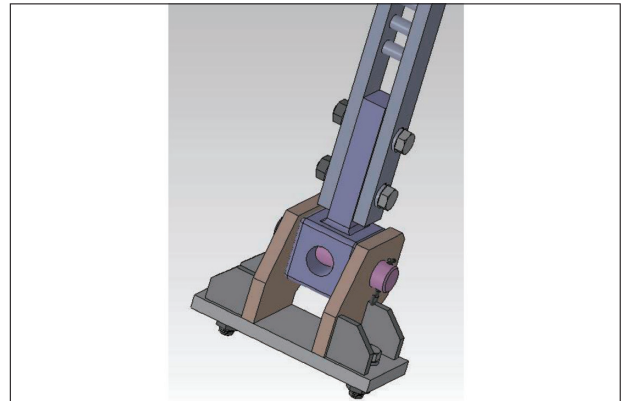


図-5 組み立ての例

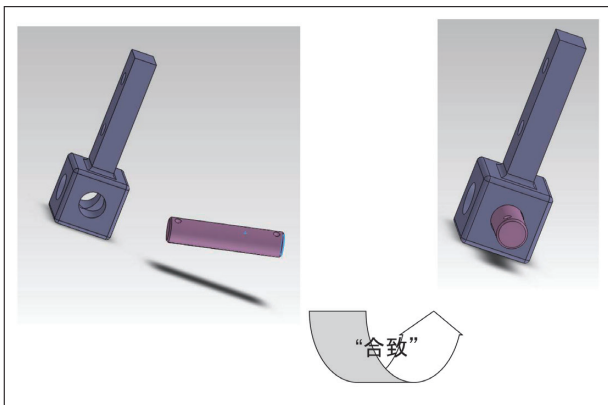


図-3 組み立て (アセンブリ) の作業

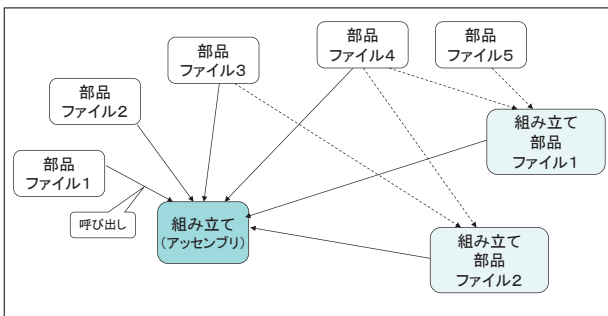


図-4 アセンブリ

次にこの「部品」を「組み立てる」ことによって、より複雑な構造物を造形することができます。

ディスプレイ上では、それぞれの「部品」のファイルを組み合わせ「組み立てる」(図-3)、又は組み立てたものをさらに「組み立てる」(図-4)などして、完成品に到達することになります(図-5)。

ここで2次元 CAD と3次元 CAD の違いを比べてみたいと思います(図-6)。

一口で言うと2次元 CAD は2次元の図面を描くツールであり、このとき3次元の形状は設計者の頭

| | 目的 | 3Dオブジェクトの存在 |
|----|-----------------------------------|----------------|
| 2D | 2D図面を描くツール | 設計者の頭の中 |
| 3D | 3Dオブジェクトを使って設計する 2D図面はプログラムが画く | コンピューターディスプレイ上 |

図-6 2DCADと3DCADの違い

の中にあります。一方、3次元 CAD では3次元の形状は常にパソコンのディスプレイ上であって、検討に参加する人たちが常にその画像を共有することができます。

また3次元 CAD を使うと形状の変更などは、その時点でディスプレイ上で変更、修正操作することができます。この意味で3次元 CAD は単に図面を3次元で表すだけではなくて、まさに設計に活用できるツールといえます。

さらにこの作成されたオブジェクトは中身が詰まっています。つまり「ソリッド」ですので「物性」を与えることができます。例えばある特定の木材の「物性」を与えると強度特性などが自動的に付加されます。これによって強度シミュレーションなどの検討が可能となります。

これらのシミュレーション機能等を活用して、製造業においてはどのようにして新規の工業製品の開発を行っているのかを見てみます。

まず従来方法です(図-7)。

はじめに商品のコンセプトを決めます。つまり大まかにどのようなもので、どのような使い方をする

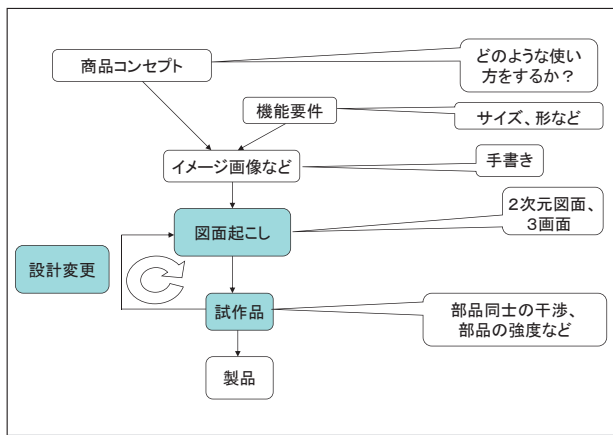


図-7 工業製品の開発過程（2次元図面を利用）

のかなどを決めます。

次に機能要件を決めます。つまりサイズ、形などです。これらが確定するとイメージ画像を作ることになります。イメージ画像は多くの場合手書きです。

次にこれを基にして試作品を作るための図面が作成されます。これが「図面起こし」です。この図面は通常は2次元図面で3画面です。

この図面を基にして試作品が作成され、いろいろな試験がされます。例えば部品同士の干渉チェック、部品の強度などです。

ここで改良点が出れば試作品の変更になります。このときには再び図面を起こして再び試作品製作ということになります。この繰り返しによって最後に製品化されるわけです。

これに対して3DCADソフトを活用した工業製品の開発過程はおおむね次のようになると考えられます(図-8)。

イメージ画像を作るまでは変わりませんが、このあとすぐに3次元のモデリングをします。この時点ではモデリングも大まかなものになっています。この3次元のオブジェクトを基に様々な角度から用意されているソフトによって、各種シミュレーションが行われます。その結果、次第に3次元のオブジェクトも細部にわたって確定していきます。

このようにモデルの変更とシミュレーションが繰り返されることにより、次第に完成物に近くなっていきます。しかもこの作業が全てコンピュータのディスプレイ上で行うことができます。

作業の結果、最後にどうしても試作品でないと確

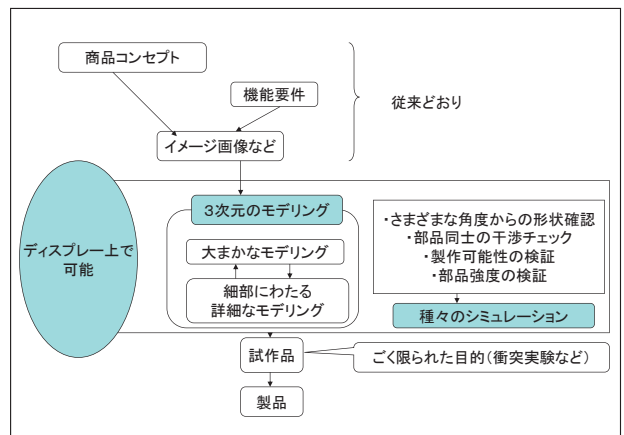


図-8 工業製品の開発過程（3DCADを利用）

認しがたいもの、たとえば衝突実験などは、試作品によることとなります。

いずれにしても開発過程に要する時間の短縮が大幅に図られます。

またコストの縮減にもなります。同業他社と時間・コストの厳しい戦いを強いられている製造業においては、3DCADソフトの活用は不可欠なものとなっています。

3 建築分野における BIM の活用

次に建築分野における BIM の活用について述べます。

図を見てください(図-9)。

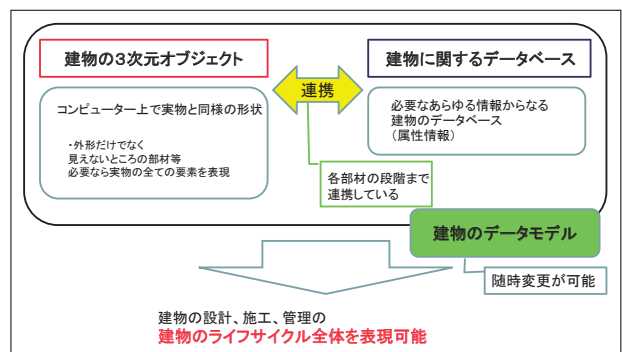


図-9 BIMとは

「BIMとは何か」ということについてですが、これはそれぞれ扱う人によって違うイメージを持っています。

まず図の中の右側にある「建物に関するデータベース」の部分です。これは従来からのデータベー

スとイメージは変わりません。これに対して左にあるのは「建物の3次元オブジェクト」です。これは3次元CADを使ってコンピューター上に実物と同様の形状を有するオブジェクトで、外形だけではなく、見えないところの部材も、さらに必要なら実物のすべての要素(部材)を表現しているオブジェクトです。

これが右にある従来の「建物に関するデータベース」と各部材段階まで連携しているとします。このような「3次元オブジェクトを含むデータベース」を、ここでは「建物のデータモデル」と呼ぶことにします。

このデータモデルは3次元オブジェクトを含んでいることから、種々のシミュレーションが可能です。シミュレーションを行うと、その結果「建物のデータモデル」に変更が必要となります。つまりこの「建物のデータモデル」は従来のデータベースと異なって変更されることが前提となるデータベースともいえます。

変更されることが前提となる「建物のデータモデル」は建物の設計、施工、管理のライフサイクル全体の各段階を表現することが可能となります。

このことから「建物のデータモデル」を建物のライフサイクル全体に活用すること、これをBIMということがあります。これがBIMの概念として最も広い概念であると思います。

一方、人によってはこの「3次元オブジェクトを含むデータベース」つまり「建物のデータモデル」の部分だけを指して、BIMといわれるときもあります。

さらに、もっとも狭い意味ではこの「建物のデータモデル」の中の「建物の3次元オブジェクト」の部分だけをBIMといわれることもあります。BIMの議論をするとき、どのイメージで議論がされているか注意が必要です。

建築分野においてBIMの活用は多様な分野で行われています。

まず建物のデータベースとして、また設計したものをウォークスルーなど「見える化」のツールとしてや、部材同志の干渉チェックなどにも使われています。

さらに積算業務とか、フロントローディングなどにもその活用が進んでいるところです。またBIM

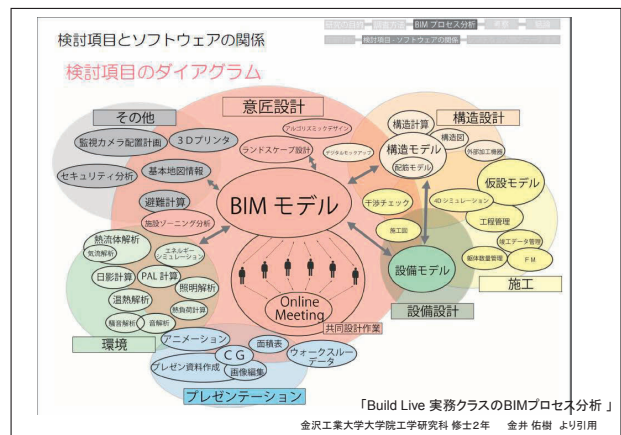


図-10 建物設計の検討項目とソフトウェア (1)

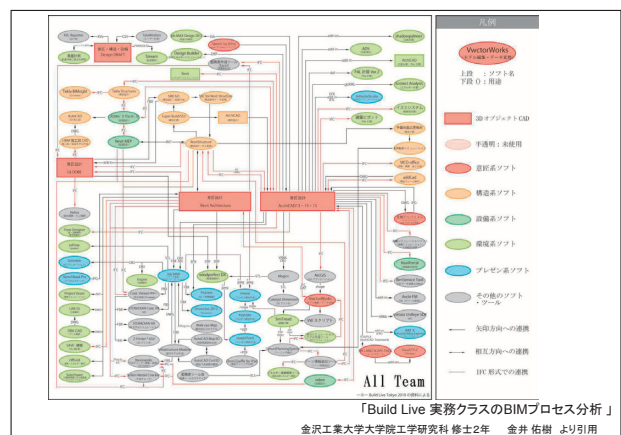


図-11 建物設計の検討項目とソフトウェア (2)

モデルを活用した事業実施方法とし「IPD」などが提案されています。

「IPD」については後ほど述べます。

図-10はIAI日本が年に一度実施しているBuild Liveと言われる48時間で課題の建物をBIMの活用によって創作するという競技です。

この競技に使われているソフトを金沢工業大学の金井佑樹氏が分析された結果が、この図です。

これを見るとわかりますが、一つの建物について多くの多様な検討がなされています。

そして次の図(図-11)がこのような検討と造形をするためのソフトを一覧できるようにしたチャートです。これも金井氏の作成によります。これを見てもわかりますが多くのソフトがそれぞれの連携の下に使用されていることがわかります。

このように多様なソフトが別々に存在しているのは、建築の世界では3次元の導入が構造関係から行

| 従来のプロジェクト推進法 | | 統合プロジェクト推進法 |
|---|-------|--|
| 「必要に応じて」もしくは「必要最小限に」断片的に集められ、強く階層的に制御されていることを原則とする | チーム | 統合チーム体は主要なプロジェクト関係者によって構成され、プロセスの早い段階にオープンで協力的に編成される |
| 直線的で個別的、断片的、知識は「必要に応じて」集められ、情報は死蔵され、知識と専門技術は十分に活かされない | プロセス | 同時発生的で多段階的、知識と専門的技術が早期に導入され、情報はオープンに共有され、利害関係者は信頼し尊重する |
| 個別に管理され、可能最大限まで拡大して移転する | リスク | 集約管理され、適切に分配共有される |
| 個別に追求され、最大利益のための最小努力と、(通常)最初のコストに基づく | 報酬/報償 | プロジェクトの成功に結びついたチーム成功と、達成成果に基づく |
| 紙ベース、2次元、アナログ的 | 情報/技術 | デジタルベース、バーチャル、ビルディング・インフォメーション・モデル(3, 4, 5次元) |
| 一方的な努力を奨励し、リスクを配分、移転、共有しない | 契約 | 多面的でオープンな共有とコラボレーションを、奨励、促進、支持し、リスクを共有する |

「統合プロジェクト推進法ガイド」2007年 第1版 サマリー (社)日本建築学協会 先端技術の普及問題WG編(2008. 12. 4)より引用

図-12 従来の方式と統合プロジェクト推進法の違い (3)

われ、その後施設や意匠に及んできたことから、それぞれが3次元で検討するときの手法が別々に独立して発展してきたことも原因と思われます。

できるだけ一つのソフトでパッケージ化して行うとする製造業で活用されている3次元のソフトの歴史と異なるところです。

この図(図-11)で茶色の矢印で関係づけられているのは、IFCの交換標準によるデータ変換が可能なソフトを示しています。

今後これらのソフトは互いに連携することがさらに求められるでしょうし、ソフト間のよりオープンな環境が求められることが予想されます。

ところでBIMがどれくらい世界的に広がっているかということです。

ここで注意が必要なのは、欧米では構造関係については建築も土木も隔たりが無く一体だということです。従って欧米でBIMというと構造関係については建築だけでなく土木も含まれているということです。

注目は、英国が2016年に、政府事業(計画)におけるBIM利用を義務化していることです。

このような動きは我が国でも今後注目すべきだと思います。

次にBIMの積極的な導入による事業の進め方について述べたいと思います。

アメリカで注目されているIPD(Integrated Project Delivery)についてです。

日本語で「統合プロジェクト推進法」と言われています。ここで言う「法」は法律の意味ではなくて「方法」の意味です。

従来にない新しいプロジェクトの推進方法で、従来の入札方式やCM方式、デザインビルドに変わる第4のプロジェクト推進法として注目されているものです。

この図(図-12)は従来のプロジェクト推進法と統合プロジェクト推進法(IPD)の比較をした図です。

まずIPDの実施にはIPDチームが組織されます(図-13)。

構成員としては、まず建築主です。建築主は民間

| |
|--|
| <p>I. IPDチームの構築</p> <ul style="list-style-type: none"> - 主関係者 建築主(民間含む) 建築家 工事請負者 - 副関係者 設計技術者 専門工事会社など <p>II. プロジェクト実行/プロジェクトフェーズ</p> <ul style="list-style-type: none"> - コンセプト立案(Conceptualization) <ul style="list-style-type: none"> ・ 「誰」が「何」を「如何に」組み立てるか - 基準設計(Criteria Design) <ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトの範囲、外観、構造、外装、設備など主要な部分、スケジュール - 詳細設計(Detailed Design) <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計の全ての部分を決定する。全ての建物システムが明解に定義される - 実行設計(Implementation Design) <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工手段、工程が決定され如何に設計されたものを実現するかを決定 - 施工(Construction) <ul style="list-style-type: none"> ・ 品質と費用の管理が主 |
|--|

図-13 統合プロジェクト推進法の骨子 (4)

の人もあり得ます。また、建築関係の知識がない人もあり得ます。それからチームの構成員としてさらに建築家、工事請負者、設計技術者などです。このチームがプロジェクトの早い段階に組織され、プロジェクトの進行の全てにわたって対応するということが「IPD」の主旨です。

プロジェクトは進むにつれてフェーズが変わって行きます。IPD では次のようにフェーズを区分しています。

まずフェーズ1「コンセプト立案」です。この段階では「誰」が「何」を「如何に」組み立てるかということが決められる段階です。

次にフェーズ2「基準設計」の段階です。プロジェクトの範囲、外観、構造、外装、設備など主要な部分とスケジュールが決められる段階です。

土木で言えば、全体事業費が算出できて、予算要求ができるぐらいの熟度で、合意形成のための様々な検討と説明を多方面にしている段階だと思われます。

その次がフェーズ3「詳細設計」の段階です。この段階では設計の全ての部分が決定されます。

全ての建物のシステムが明解に定義されるということです。言い換えれば、土木では予定価格が積算できる段階に相当すると思われます。

そして次のフェーズ4「実行設計」になると施工手段、工程が決定され、如何に設計されたものを実現するかを決定する段階です。この段階はそれまでは何を作るかという視点のままでしたが、ここに至って如何にして実施するかを決める段階です。

我が国では工事発注が終わって、受注企業が工事の着手に際して施工手段、工程が決定される段階です。そして次にフェーズ5「施工」に入ります。

ここで言う「施工」は実際の工事での品質管理と費用の管理が主となる工程です。

以上のようにプロジェクトの各フェーズを踏んで、そのそれぞれに IPD チームが一貫して対応することによって、利益、情報、リスクを共有しながらプロジェクトを進めることにより、リスク分散を図って、手戻りをできるだけ少なくしようとする試みです。しかも参加者が工事に精通している人ばかりでないということから、これの実行には3次元オブジェクトによる情報共有と確認が重要となりま

す。つまり BIM の活用が不可欠となります。

以上製造業における3次元 CAD の活用、建築分野における BIM の現状です。これを踏まえて土木における CIM の活用について次に考えてみます。

4 土木における CIM の活用

まず国交省の動きです。

昨年(2013)の12月に発表された「国土交通省技術基本計画」の中に CIM を導入して建設生産システムの改善を図るプロジェクトが挙げられています。

これを受けて国交省では「CIM 制度検討会」が組織され、全国 11カ所で試行設計業務が実施されました。

一方 JACIC が事務局となって、技術的な課題を議論する「CIM 技術検討会」が組織され、現在「中間報告書」が作成され公表されています。

ところで CIM とは一言で言うと何か。そのイメージを確認してみたいと思います。

ここに従来からの CALS のイメージ図を挙げてみます(図-14)。

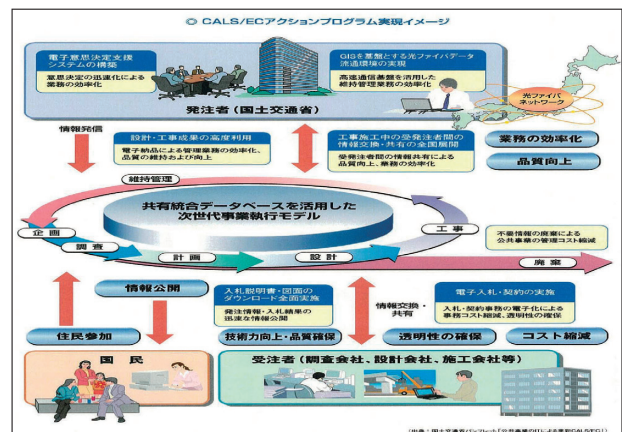


図-14 CALS/ECの実現イメージ

中央に情報共有のデータベースがあって、その周りに企画、調査、計画、設計、工事、維持管理の流れがあります。その過程で関係する人たちがその情報共有のデータベースを活用して情報共有をはかり、段階に応じて作業を次の段階へ引き渡すというものです。

これに対して次の図を見てください(図-15)。

先ほど BIM のところでお示したものと似てい

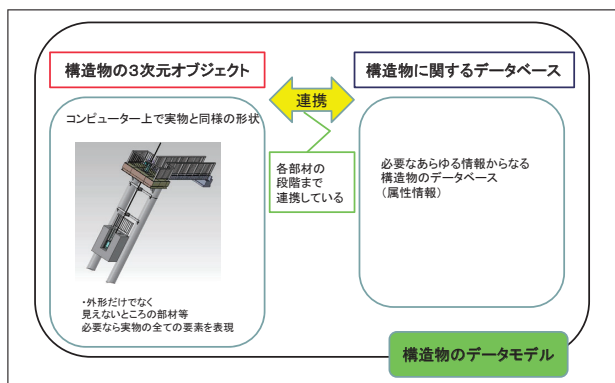


図-15 「データモデル」のイメージ

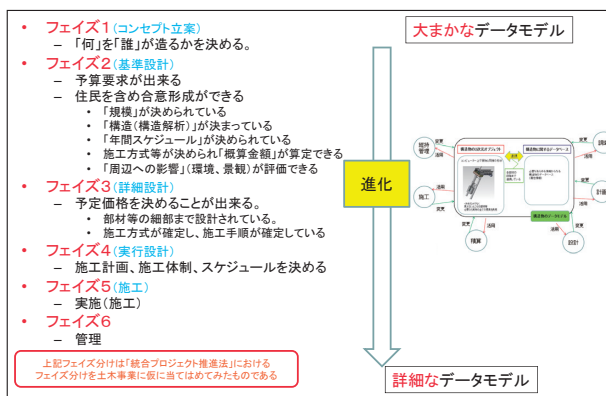


図-17 「大まかなデータモデル」から「詳細なデータモデル」へ進化するとは？

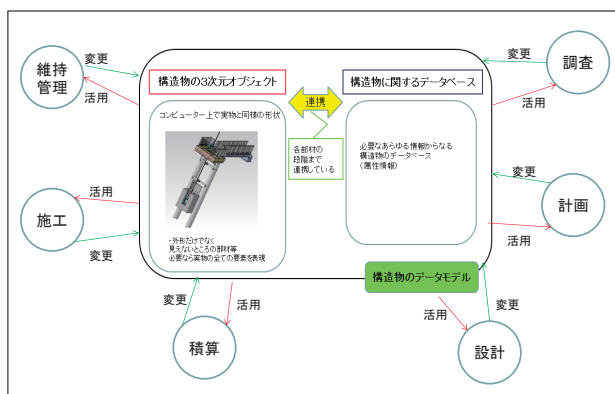


図-16 「データモデル」の並行活用・変更

ます。

このうち右にあるのは「構造物のデータベース」です。これは CALS の情報共有のためのデータベースとほぼ同じイメージです。これに対して左にあるのが対応する3次元のオブジェクトです。

このオブジェクトは実物と同様の形状をしていて、外形だけでなく、部材の見えないところまで、必要なら実物の全ての要素(部材)を表現しています。このオブジェクトと右のデータベースは各部材の段階まで連携しています。この構造物の3次元オブジェクトとそれに連携したデータベース全体を前述と同じように例えば「構造物のデータモデル」ということにします。

このデータモデルは3次元のオブジェクトを含んでいることから、モデルを活用した各種シミュレーションが可能です。そのシミュレーションの結果をデータモデルに反映させます。つまり「構造物のデータモデル」は常に変更されることが予定されます。

以上から CIM について次のようなイメージを持

つことができます(図-16)。

一つの「構造物のデータモデル」に対して、それぞれの検討の立場、つまり調査、設計、積算、施工、維持管理の立場から、このデータモデルを活用して様々な検討ができます。そしてその活用の結果をデータモデルに変更することになります。

しかも各立場での検討は、このデータモデルの熟度の任意の段階で、いつでも可能です。つまり調査、計画、設計、施工、維持管理の立場での検討が、同時に並行して行うことができるということです。

並行活用、並行検討ができることが、このデータモデルの特徴です。

この図(図-17)の左側は、事業の熟度が変化していることを表しています。

これは BIM のところで説明しました IPD のフェイズ1からフェイズ5までの段階を土木事業に当てはめてみたものです。

このように段階を踏む過程で、先の「構造物のデータモデル」が調査、計画、設計、積算、施工、維持管理それぞれの立場から検討とそれに伴うデータモデルの変更が行われ、図の右の方にイメージされるように次第に「進化」していきます。

ここで今説明しました「CIM に係るデータモデルの活用」と先に説明した「CALS の概念」を比較してみます(図-14、16)。

そうするとデータモデルでは調査、計画、設計、積算、施工、維持管理のそれぞれについて、各段階ごとに引き渡しをするというイメージではなく、それぞれが独自に並行して検討作業、変更ができる

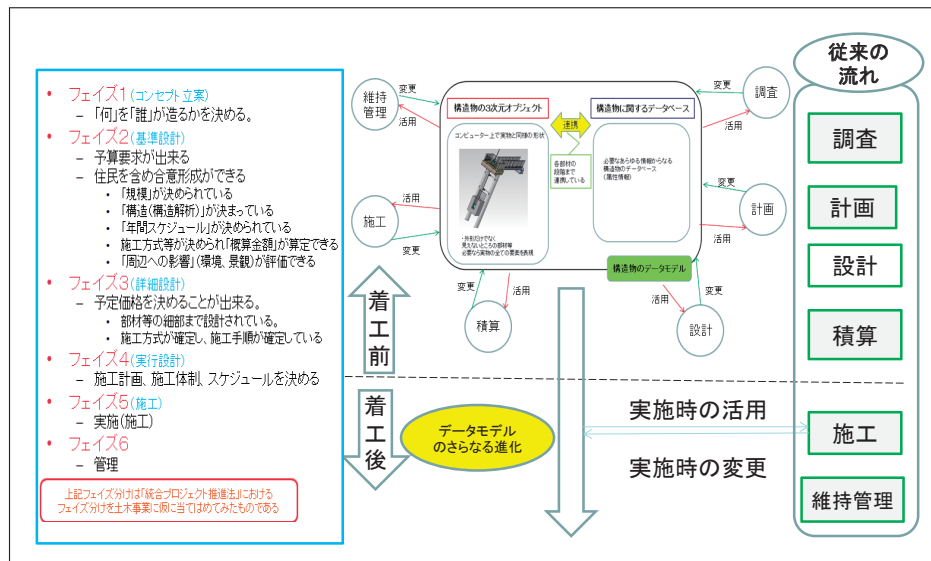


図-18 フロントローディングの必要性

ということが特徴です。

以上のことから「CIM とは」をまとめてみます。

まず CIM は建設プロジェクトにおける調査、計画、設計、積算、施工、維持管理にわたる「情報共有データベース」です。これは従来の CALS の情報共有データベースのイメージとあまり変わりません。

これに3D オブジェクトを積極的に導入することにより、次の二点が加わります。

まずその一つは、この3D オブジェクトと一体となったデータモデルは、必要に応じて情報を取り出してシミュレーションをしたり、検討したりすることが容易になります。さらに検討の結果を「データモデルに反映させる」ことが比較的やりやすくなります。

従来の CALS の情報共有データベースでは、検討の結果をデータベースに反映させるといふところがあまり明確ではありませんでした。

これに対して CIM におけるデータモデルは常に変更されることが予定されていることが CIM の特徴の一つ目です。

そして従来と異なる二つ目の特徴は、事業進捗の任意段階で各担当、調査、計画、設計、積算、施工、維持管理のそれぞれの立場からデータモデルの並行活用、並行変更が可能となります。

以上の三点が CIM の特徴とすることができます。

< CIM の三つの特徴 >

建設事業の全ての過程において「構造物のデータモデル」は

1. 建設事業の「情報共有データベース」である。
2. 「構造物のデータモデル」は必要なときに検討に活用でき、しかもその結果をデータモデルに反映できる。
3. データモデルは複数の担当者による並行活用、並行変更が可能。

CIM は以上述べてきたように従来の情報共有データベースに似ていますが、活用の仕方によっては、従来のデータベースと全く異なった活用の可能性があります。

最後にこれからの建設事業の姿を私見ですが示してみます。

この図(図-18)の真ん中にあるのは「構造物のデータモデル」です。その下に破線があります。これより上はその工事の着手前を示しています。その波線の下が着手後です。つまり着手前にこの「構造物のデータモデル」を活用して、できるだけ検討をすることによって、着手後の施工段階での手戻りや不具合が解消されます。

この図は着手前の検討、つまりフロントローディングの必要性を示しています。

この図の左にあるのは、先ほどお示した事業進捗を示すフェイズの変化です。そして右に示したのは従来の各事業の担当の引き渡しをイメージした流れです。

フロントローディングの実を挙げるためには、この図のデータモデルの左の下方に示しています「施工」の立場での検討をその工事を実際受注して「施工する者」が、このフロントローディングの検討に参加するのであれば、従来と異なる成果が期待できますが、従来と同じような施工検討であれば、従来とあまり変わりません。

このことは左に示された各フェイズの変化の流れを見ると、着工前と着工後の境目を示す破線が丁度フェイズ4のところ当たっています。

フェイズ4は現場における施工計画、施工体制を決める段階であって、我が国では普通受注した建設会社が検討し、決定するものです。これを上のフロントローディングの中の「施工」として検討する、つまり実際施工する者が事前検討に参加するとします。

この図で言えば、この破線がフェイズ4の下に延ばされるとするならば、フロントローディングの実が挙げられます。

そうでなくこの波線がフェイズ4の上に延びてしまいますと、フェイズ4の作業つまり現場での施工計画、施工体制の検討は、工事を契約し受注した段階で、初めて行われることになり従来のやり方とあまりかわらなくなります。

とは言うものの事前に実際施工する者が事前の検討に参加するのは、入札契約の大きな見直しを意味しますから、今後の検討に委ねられることになります。

5 生産プロセスからの展開

物作りの各現場においては、そのプロセスを見直すことによって、より効率的で創造的な生産ができないかという努力がされています。その中で3次元オブジェクトの活用はきわめて有効で、不可欠であることを以上のように示してきました。

建設事業にCIMを導入することは、まさに建設生産のプロセスの見直しを促すことを意味しています。

このことは組織運営の一部である生産プロセスの

効率化だけでなく、生産プロセスの周辺環境やこれを含めたさらに広範囲の組織全体の行動プロセスの見直しをも促す可能性があります。

このことが一番進んでいる製造業の動きを紹介させていただいて、今後の建設業の展開を考えてみたいと思います。

今製造業で進められていることの内、三つの事項を引用しながら述べてみたいと思います。

1. Concurrent Engineering (CE)
2. Product Lifecycle Management (PLM)
3. Business Process Re-Engineering (BPR)

がその三つです。

1は日本語で、同時進行技術活動といわれるものです。

これは製造業で製品開発において概念設計、詳細設計、生産設計、生産準備など各種設計と生産計画などの工程を同時並行的に行うことを指しています。

まさに建設事業で先ほど言いましたフロントローディングに相当するものといえます。

2は、日本語で製品ライフサイクル管理といえます。

製造業で製品開発期間の短縮、生産工程の効率化と顧客の求める製品の適時の市場投入が行えるように、規格、開発から設計、製造、生産、出荷後のサポートやメンテナンス、生産・販売の打ち切りまで、製品に係る全ての過程を包括的に管理することが求められています。

これは建設事業では、近年言われていますアセットマネジメントに相当する概念かもしれません。

そして3の Business Process Re-Engineering (BPR)です。上二つの実現はまさに製造業における3次元化の推進により成し遂げられてきたものです。これをさらにビジネス全般にわたって、改善していこうという動きがBPRです。具体的には企業改革のための既存の組織やビジネスルールを抜本的に見直し、プロセスの視点で職務、業務フロー、管理機構、情報システムを再設計(リエンジニアリング)するという経営コンセプトのこととされています。

これを建設業に置き換えると、社会資本の調達過

程の見直しを指していると思います。

このように3次元の導入は製造業におけるこれらの改革の推進に大きな影響を与えてきました。

以上の三つは既に建設分野でも部分的に主張され、実施されています。これに加えてCIMを導入することは、今後建設業の大きな変革をもたらす、生産性の向上をもたらすものとなると思います。

6 現場を意識した建設事業への展開

以上が生産プロセスに注目した製造業のビジネスプロセスの再生ですが、どうも建設事業に対しては生産プロセスに注目するだけでは十分な印象を持つことができません。

製造業の新たな展開はまさに生産プロセスの展開を最適にすることが、一番重要なこととなっていますが、建設事業ではどうもそれでは不十分な気がします。

これは何処に違いがあるということでしょうか。

製造業では製品の生産後は、製品が消費者に渡ることによって、その消費者の管理下に置かれます。これに対して建設事業では社会資本としての完成物は公共によって管理されます。

建設事業の場合、普通は計画、実施、管理の全てを基本的にその施設の管理者が受け持ちます。建設の過程では、民間企業が請け負う部分もありますが基本的には管理者が一連の過程についての責任を負っています。建設した管理者がそれを管理するということが多いことから、その結果として、管理の部分がきわめて膨大となっています。

これが製造業と大きく異なるところです。製造業では製品が消費者の手に移れば、製造者はそのアフターサービスはするものの、その製品の管理は各消費者が行うこととなります。これは社会資本と大きく異なるところです。

しかも管理すべき施設は現時点でも膨大ですが、今後さらに増加してきます。従って生産プロセスだけの観点から真の建設事業や社会資本の整備、管理の展開を考えるには無理があるようです。そこでもう一つの見方をしてみたいと思います。

キーワードは「現場」です。土木分野に係わった人

にとって「現場」という言葉は何となく馴染みがあって、わくわくとする印象を持つことでしょう。

土木分野での「現場」という言葉は、世間で一般的に使われている意味より広い範囲を意味しています。一般の多くの人には、現場というと工事現場をイメージするかもしれませんが。建設事業においては作られる施設、作られた施設、作る予定の施設のいずれであっても、それらが実際に存在している、又は存在が予定されている実際の場所を指します。ここではそれを仮に「実現場」と言うことにします。

読者が今おられるところも現場です、仮に屋内であれば、今見えている壁、天井、床、机など全てが現場を構成する要素です。

これに対してそれと同じ形状のものをコンピュータ内に3次元で、つまり3次元オブジェクトとして作り出すことができます。

作る方法は、今まで述べてきた方法のほか、例えばレーザープロファイラーによって壁、天井、床などをスキャンして、それによって得た屋内の点群データを基に、屋内の3次元オブジェクトを作ることができます。

このオブジェクトを先ほどの「実現場」に対する「仮想現場」ということにします。この「仮想現場」は「実現場」と同じ形状としてコンピュータのディスプレイ上で見るだけでなく、前述したようにデータベースと連携させることができます。

例えば「仮想現場」の壁の部分をディスプレイ上でクリックすると、その属性情報ははじめとして、その壁の部分に関連した情報をデータベースからとり出してディスプレイ上で見るすることができます。

つまり「実現場」に対して「仮想現場」は形状だけで

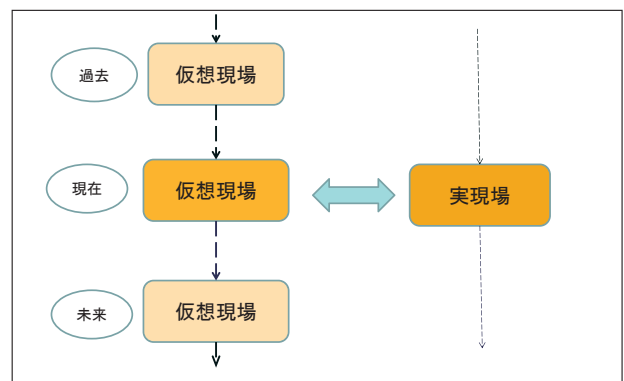


図-19 「実現場」と「仮想現場」

なく、多くの情報と連携した存在となります。

さらにこのオブジェクトに現状の情報をさらに付加して行くことも可能です。例えば「実現場」の“天井”にひずみ計を敷設します、このひずみ計のリアルタイム情報をインターネットなどの何らかの手段によって「仮想現場」の中の“天井”に関連付けてデータを自動的に蓄積していくことが考えられます。

これらのことから「仮想現場」は施設の維持管理ツールとして、きわめて有効活用されることが想像されます。

今はまだタブレット端末で3次元のデータモデルを自在に操るのは困難かもしれませんが、近い未来には簡単に扱うことができるようになるでしょう。そうなれば例えば既設の橋梁の現場にタブレット端末を携行して、実際に橋梁のある「実現場」でタブレット上の「仮想現場」を見ることによって、形状だけではなく、関連するデータを現場で確認することができることが考えられます。

このように「仮想現場」は維持管理における多くの可能性を秘めています。

ところで可能性があるのは維持管理だけなのでしょうか。次にその拡張を考えます。

「仮想現場」は現在の「実現場」に対応させるものだけでなく、過去、将来の「仮想現場」をイメージすることも容易です。

既に施工現場では過去の「仮想現場」つまり施工前の「仮想現場」と完成後の「仮想現場」そして現在の「仮想現場」を比較することによって、工事の進捗等の管理をしています。このときそれぞれの「仮想現場」は形状として重ね合わせることができることが重要です。

例えば土工が中心の現場では、この機能によって掘削、盛土の正確な位置と量がわかります。さらにこれに情報化施工のツールを導入するとより効率的で、正確な施工が可能で、常に3次元オブジェクトによって現場の現状とできあがりを確認することができて、関係者の共通認識を深め、正確でわかりやすくすることが可能です。

さらに維持管理、施工に加えて設計という作業についても、「仮想現場」のイメージを持つことができます。現在の「仮想現場」は、外力条件、環境条件な

どを情報として持つ現状を示すものです。これに対して将来の「仮想現場」は完成状態を示します。

そうすると設計という作業は現在の「仮想現場」が与える条件について、将来の「仮想現場」がどの様になるかということ、力学的検討をはじめとして環境条件などに対する検討を行うことによって、将来の「仮想現場」を確定していく過程ということが言えます。

以上のように現場というイメージに対してCIMを導入するという、つまりデータベースと連携した3次元オブジェクトを導入することは、土木工事の現場に「仮想現場」を導入することになります。この「仮想現場」は多くのデータと関係しているだけでなく、種々の検討のモデルにもなります。

我々建設事業に従事するものは、ここに来て「仮想現場」を手に入れることになります。この「仮想現場」はインターネットを通じて地球上至る所からアクセスしようと思えばできますから、一つの現場で検討課題が発生したときでも、これを介して多くの人たちの助けを得ることができます。人材の効率的活用の一助にもなります。

このように現場というイメージを基に「仮想現場」を考えますと、現場でまさに重機を動かしている人、既設の構造物の点検をしている人、さらに施工計画や構造物の設計をしている人、全てにわたって3次元オブジェクトとこれに連携したデータベースである「仮想空間」を共通にイメージできることになります。

今建設分野は、コンピュータの活用により、従来からの現場を基礎とした建設構造物の設計、施工、維持管理のやり方が若干遠のきつつなる中、「仮想現場」のイメージを持つことは、それらコンピュータ処理される情報と現場の結びつきを常に意識できることから、CIMを多くの現場で受け入れられやすくなるのではないかと考えられます。

7 おわりに

以上のように3次元オブジェクトと連携したデータベースつまり「構造物のデータモデル」を中心に構造物の建設過程、建設生産プロセスを見直すことの

可能性と重要性を説明しました。また「構造物のデータモデル」を建設事業の各場面における「仮想現場」を与えるものと位置づけることによる活用の重要性を述べました。

私たちが社会人になった頃は、一つの課にやっとワープロが1台備えられた頃です。その頃のワープロは手書きの原稿を清書するための道具として使われていました。それが今では全ての文書はパソコンのワープロ機能を各人が直接使用して文書を作成することが当たり前となっています。

2次元の図面で平面、立面、側面の3画面で物体の形状を表すことが考案され、広く使われるようになったのは、18世紀産業革命以降と言われていています。つまり2次元図面の歴史は二、三百年です。考え方によってはそれほど古いものではありません。

一方、3DCADの歴史は30年といわれています。3次元の歴史もそれほど短いものではないと言えないでしょうか。30年前のコンピュータの性能では3次元の画像を動かすだけでも大変だったと想像されます。その後のパソコンの進歩はめざましくパソコンで3次元の画像を処理することも容易な時代となってきました。

今後さらにコンピュータが発展するに伴って、一

般の人が3次元オブジェクトをコンピュータで自由に扱うようになるのが当たり前の時代になります。

そしてそのときこそ建設生産プロセスにおける「構造物のデータモデル」と各現場で活用される「仮想現場」のイメージが知らぬ間に融合されて、建設事業の全ての過程で3次元を無意識のうちに活用する創造的な建設生産プロセスと、実施現場が作り出されるものと確信します。

そのことが若い人にとっても魅力ある職業として認識され、建設事業分野の発展に役立つものと思います。

そのことを見据えて建設事業の新たな展開を促して行くのが現在それに携わるものの役目だと思います。

引用文献

- (1)(2) 「Build Live 実務クラスの BIM プロセス分析」
金沢工業大学大学院工学研究科 修士2年 金井 佑樹
より引用
- (3)(4) 「統合プロジェクト推進法ガイド」
2007年 第1版サマリー (社)日本建築学協会
先端技術の普及問題 WG 編(2008.12.4)より引用
国土交通省パンフレット
- (5) 「公共事業の IT による革新 CALS/EC」より引用