



巻頭寄稿文 |||||

これからの CIM、i-Construction

一般財団法人日本建設情報総合センター
理事

坪香 伸

1. はじめに

建設生産プロセスの効率化を目指して国土交通省がCIMを積極的に導入することを宣言したのは、2011年の『国土交通省技術基本計画』に於いてです。その後、多くの方々の協力と努力の結果、今日やっと土木分野でCIMの導入について解決しなければならない課題が整理され、昨年からの具体的な検討と結果の採用が行われるところとなりました。

当初は試行錯誤の状態、3DCADでどの程度のことができるのか、それが建設生産プロセスの効率化にどのように反映できるのかを含めて、やってみないと分からないところでした。その後、先進各国の調査、他分野での実施の現状、また関係者の意識の高まりのもと現在の状況を迎えることができたのだと思います。

その後国土交通省においては i-Construction の推進が提唱され、建設生産プロセスへの ICT の積極的な導入によって建設生産プロセス全体の効率化を図ることが示されました。これは、それまでの CIM と同様に建設生産プロセスの全体の効率化という最終目標は同一なので、ここではそれらを区別せずに述べることにします。

ところで CIM の導入から 5 年を経過した現在、6

年目を迎えているところですが、建設生産プロセスの効率化はどの程度進んだのかということです。

現状では、誰が見てもそれほど進んでいることを実感できません。これは、CIM の導入がまだ緒についたところだと言うこともできます。ここでもう一度原点に立ち戻って、必要な課題について改めて考えることにしたいと思います。

2. 3Dオブジェクトを活用する目的は形状認識の容易性のみか

3Dソフトによる3Dオブジェクトの形状把握の有効性は十分認めるとしても、3Dオブジェクトの有効性は、形状把握だけでなく、それよりも着工前にあらゆるシミュレーションや検討をディスプレイ上で検討できることです。

製造業における現状を見てみると、例えば(図1)にあるように種々の部品を形状としてディスプレイ上に作成することができます。またこの部品には、種々の属性を付与することができます(図2)。このとき、例えば物理的属性を付与すると、この部品の応力解析ができることになります。物理属性だけではなく、この部品の調達に関する情報、つまり調達の時期、購入先、価格等、関連する情報として、その部品に付与することが可能です。またこれ

らの部品を複数用意すると、ディスプレイ上で組み立てることができます。つまり部品からそれを組み立てた完成製品まで順次組み立てていくことができるということです(図 3)。またその過程の途中で、3Dソフトの機能を活用して、ディスプレイ上で種々のシミュレーションが可能で、それに伴うモデルの変更をすることができます。このシミュレーションや検討をできるだけ細部に渡って行うほど、現実の製造過程での手戻りがなくなることになります。製造業では、製造ラインの作業ロボットの作業シミュレーションを事前に行い、検証もされています。製造業で使用されている既存のソフトは、かなり細部のシミュレーションや検討ができる機能を持っています。

以上のことから3Dオブジェクトは単に形状認識のためだけのものではなく、それをもとに実作業の実施前に、詳細に検討するツールであり、まさに設計、計画のためのツールといえます。しかもこの検討作業は、ディスプレイ上でできるだけでなく、複数の設計者がディスプレイ上の同一の画面を見ながら協働して検討することも出来るなど、従来 2次元の図面での設計、検討作業では考えられないような効率的で、的確な検討ができます。

3Dオブジェクトの活用は、従来の設計の手順を大きく変えるものであり、ここに3Dオブジェクトの導入のメリットがあるといえます。

これを建設事業にあてはめて見ます。

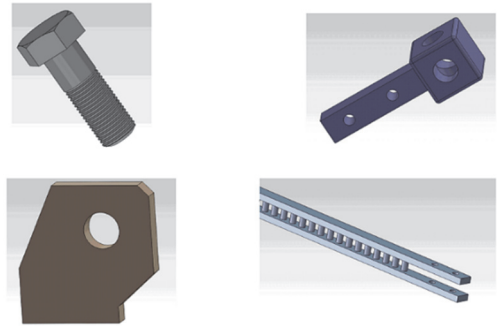


図 1 部品の例

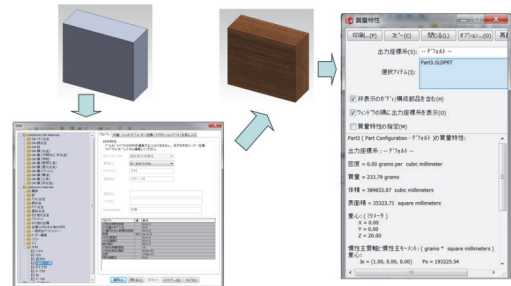


図 2 材料の属性

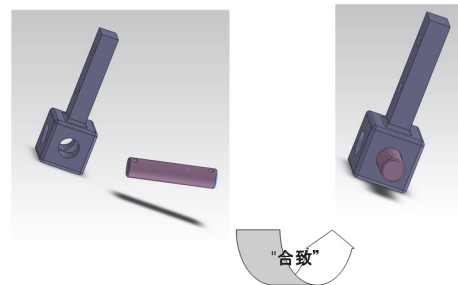


図 3 組み立て(アセンブリ)の作業

3. 並行活用、並行変更の有用性

ここで一つの建設事業を進める場合を考えます。

図 4 のように構造物の 3 次元オブジェクトとその構造物にかかるデータベースを考えます。このとき 3D オブジェクトは構造物の全ての部材を造形して組み立ててあります。また造形された部材について関連する情報は、右の構造物データベースのデータと部材レベルで関連付けられています。このデータベースと 3D オブジェクトが連携したものを、ここでは構造物データモデルとします。ソフトの機能を使って構造物データモデルに対して種々のシミュレーションや検討が可能です。このとき 3D オブジェクトをディスプレイ上で視覚的に見ることができ、シミュレーションの容易さが増します。

建設生産プロセスの過程では調査、計画、設計、積算、施工、維持管理について、担当者が決めら

れているのが普通です。3D オブジェクトを含む構造物データモデルをイメージすると、構造物データモデルを使って、それぞれの担当者がシミュレーションや検討を行うことができます。またそれぞれの担当者が検討の結果を構造物のデータモデルに反映させることもできます。この作業は担当者にとって、事業の任意の段階で可能です。このことは、例えば設計の担当者と維持管理の担当者が同時に並行して検討することも可能であることを意味します。

従来の建設生産プロセスでは、担当者は、それぞれの作業を終了すると次の作業に引き継いでいくのが一般的な方法です。つまり、調査、計画、設計、積算、施工、維持管理の順番で作業を引き継いでいました。



図 4 データモデルの並行活用・変更

これに対して構造物のデータモデルがあれば、事業の調査の段階から、調査担当者だけでなく、計画、設計、積算、施工、維持管理の担当者が、同時並行的に任意の段階で検討できることになり、さらにその結果をデータモデルに反映することができます。図4の中に調査、計画、設計、積算、施工、維持管理のそれぞれの間に矢印を記入していないのは引渡し、引継ぎがないことを示しています。この結果データモデルは当初の大雑把なデータモデルから各担当者が同時並行的に検討をし、その結果をデータモデルへ反映することを繰り返すことによって構造物データモデルが次第に進化して、より実態に近いものとなり、シミュレーションや検討の有効性が増していくことになります。

共通の構造物のデータモデルを各担当者がプロジェクトの初期の段階から積極的に並行活用、並行変更ができることは、従来の調査、計画、設計、積算、施工、維持管理の建設生産プロセスの引き渡し、引継ぎによるプロセスのマネジメントに比べ、プロセスにおける手戻りを飛躍的に減少させることになります。

これが製造業で言われているコンカレント・エンジニアリング (Concurrent Engineering (CE): 同時進行技術活動) です。

4. 並行活用、並行変更がもたらすフロントローディングの有効性

次に建設事業の流れを考えます。

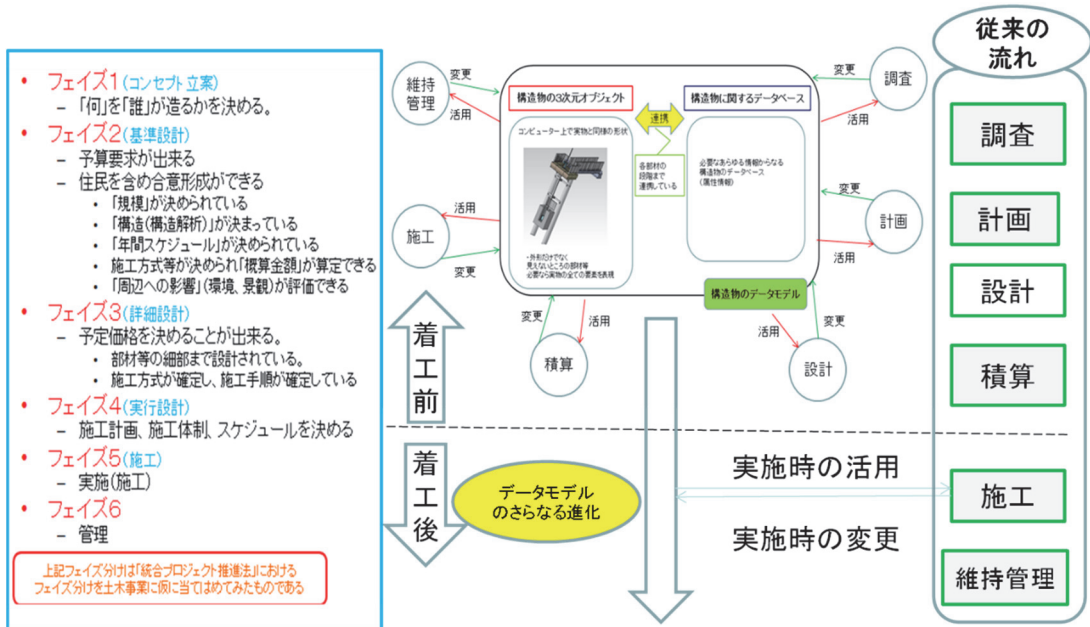


図5 フロントローディングの有効性

図 5 の右端にあるのは事業の流れ、調査、計画、設計、積算、施工、維持管理です。この中で積算と施工の間には、入札によって施工者を決める手続きがあります。積算と施工の間にある破線は着工前と着工後の境目を示しています。着工前に構造物データモデルを活用して事前検討を行うことが十分できれば、着工後の施工、維持管理での手戻りもなく、効率的な事業執行が可能となります。着工までにできるだけ構造物データモデルで各担当者が十分に検討すること、つまり着工前に作業負荷をかけて検討すること(フロントローディング)が、建設事業の効率化にとって重要です。

着工前に構造物データモデルを活用する場合、実際に施工する者が参加することが必要です。フロントローディングの検討の場に、実際の施工者が参加することは、フロントローディングの効果を促すために重要なことです。現在、実際の施工者に事前検討の段階に参加する入札方法が、試行させているのもこのためです。

ところで構造物データモデルにおけるデータは、たとえ一つの事業だけに限っても、極めて膨大です。

そこで次にこのデータベースに格納されているデータについて述べます。

5. 建設生産プロセスに3Dオブジェクトを導入すると関連する電子データの増大を促す

建設生産プロセスに係る情報処理の中心に3Dオブジェクトを導入することを考えます。

まず3Dオブジェクトは電子データとしてしか扱えません。

言い換えるとコンピュータのディスプレイ上でしか扱えないということです。仮にプリントアウトして紙媒体に移した場合は、3Dオブジェクトの特性は全くなくなります。

3Dオブジェクトが電子データとしてしか扱えないということは、3Dオブジェクトと他の電子データとの連携がきわめて容易であることを示します。

現在われわれの作業、例えば文書の作成、表の作成、図面の作成など、全ての作業で、作業直後の成果は全て電子データです。それを通常はプリントアウトして電子データを紙化しているに過ぎません。したがって作業直後の電子データをそのまま3Dオブジェクトと紐付けることは容易です。これによって紙媒体を使用する必要がなくなります。

さらに情報が全て電子データとなれば通信回線を通じた情報移動や情報共有が容易となります。

今後建設生産プロセスに3Dオブジェクトが積極的に導入され、関連する全ての情報が3Dオブジェクトに紐付けされるにつれて、一事業に限ってみても膨大な電子情報量を保有することが予想されます。

この膨大な情報を格納するデータベースについて、次に考えることにします。

6. ”土木技術者の思い込み”

データについて、土木技術者が思い込んでいることがあります。それについて説明します。

6. 1 一つ目の思い込み

必要な情報(データ)は物理的に一箇所に集めなければ使えないという思い込み。

グーグル、ヤフーにみられるように、あたかもインターネット上にある全てのデータが一つのデータベースとして、各個人が検索できることを我々は日常的に経験しています。これはデータは物理的に一箇所に必要はないということを示しています。

現在では複数のデータベースをネットワークで連携させて一つのデータベースのように利用者に提供する方法も種々開発されています。

またさらに複数のデータベースがネットワーク化され、それぞれの間で自動的にデータを交換したり、処理することも行われています。

したがって、データについては物理的に一箇所にある必要はなく、情報は地球上どこにあってもよいこととなります。ただいつでも、どこからでもアクセスできて、必要に応じて仮想的に集約できればよいこととなります。

6. 2 二つ目の思い込み

情報は集めれば使えるという思い込み。

現在では情報を集めようと思えばいくらでも集めることができます。10万でも100万でも集めるだけであれば、インターネットを通じていくらでも集めることができます。しかしながら、その中から必要とする情報を探そうとすると、集めただけでは即座に見つけ出すことはできません。必要な情報を検索するのに10分も20分もかかっていたのでは、建設生産システムを全て電子化しても使い物になりません。せいぜい1,2秒で取得したい情報をディスプレイ上に表示してほしいところです。必要な情

報を即座に取り出せるためには、作業目的、作業手順に即したデータベースの構造を構築しておく必要があります。

したがって情報は集めればそのまま使えるというわけではありません。必要な構造を有したデータベースの構築のためには、土木技術者が作業目的、作業手順を明らかにすることが必要です。従来この作業をICベンダーに頼っていたのが多くの建設現場での実態であったと思います。しかしながら、これからは全ての電子データを取り扱うことになる建設生産システムを適切に運用する時代になります。そのとき土木技術者がデータベースの構築に主体的に係わるのが不可欠となります。少なくとも現場での作業目的、作業手順を明確に示すことは、これからの土木技術者の大きな仕事の一つになると思います。

まずは、これら二つの思い込みを排除することからはじめなければなりません。

7. 建設生産プロセスへのICTと3Dオブジェクトの導入がもたらすもの

7. 1 効率的な人的資源の投入

情報とアイデアは地球上どこにあってもよいということであり、ただいつでもどこからでもネットワークを通じてアクセスでき、仮想的にアイデアを集約し関係者が共有できること、さらにこれをもとに関係者が、仮想的に集まり意見交換をすることができ、意思決定ができればよいこととなります。

これを建設事業で複数の現場がある場合を例として考えて見ます。一つの現場で何か課題が発生したとします。このときネットワークを通じて情報や

アイデアを仮想的に集約して、専門家等の関係者も仮想的にネットワーク上に集め、意見交換の後、方針決定を即座に行うことが可能になるということです。ただ、それでは十分でないときがあります。このときは必要な専門家を実現場に派遣、投入することになります。つまり課題への対応をネットワークを通じた情報だけで行う場合、そうでなく実際に人的資源を実現場に派遣、投入する場合の二つの方法で課題にあたるということです。

これによって人的配置と人的活用効率化を図ることが出来ます。

これは従来の仕事のしかたを大きく変える可能性があります。つまり従来は情報、アイデアは人に属することから、課題の発生している現場に情報とアイデアを持つ必要な人的資源を実際に立ち合わせる必要でした。それが情報の仮想的な集約と必要な人的資源の仮想的な集合によって解決できるものがあることによって、実際の人の集中、分散とネットワークを活用した情報、アイデアの集約、分散とに分けて考えることができる時代を迎えているといえます。

具体的には実際の人がいなくても情報さえ集約できればいいところには人を取って配置せず、また実際集中して人材を派遣、投資すべきところには効率的に人的資源を集中することができるということです。

7.2 建設マネジメント力の強化と安定

建設マネジメントとは、どういふものかダム建設事業を例にして考えます。

ダム建設事業に於いては、当初の調査から適地

選定、計画、資金調達(利水者確定)、計画オーライズ(基本計画、管理計画の各省調整、利水者調整、自治体調整、地元調整)、ダム本体等の設計、用地確保、予算確保、入札、施工管理(変更も)、検査(試験湛水など)、管理運用、点検・監視、適切な操作、環境保全、住民の理解(広報)、修繕・改築などをすべて実施することが、一つのダムについての建設マネジメントです。

建設生産プロセスへのICTの導入というのは、これらの全段階の情報を電子データとして扱うことです。

適切な建設マネジメントのためには、この建設生産プロセスの全段階に必要な情報が即時にシステムから取得でき、取得したデータをもとに検討され、その結果を必要に応じて新たな電子データとして、元のシステムに適切に格納されることです。

このようなシステムを構築すると、今まで紙媒体中心で建設マネジメントを実施してきた場合には必要であったものが、電子化されたシステムにすると簡略化できるところを発見することができるようになります。

必要な情報を即座に取得できるデータベースの構造化、これを含めた建設生産システムの構築について、土木技術者として何を必要とするのかということに改めて考えることにします。

システムを構築するためには、まずシステム化のための目的を明確にします。目的の明確でないシステムは結局誰も使わないシステムになります。次にその目的を達するために必要な作業手順を明らかにする必要があります。システム化のための目的を明確にし、目的達成のための手順を明らかにするのは、土木技術者の役目です。なぜならシ

システム化の目的も、作業手順も実際の建設現場に沿ったものでなければならないからです。

示される手順はできるだけ詳細であることが必要です。なぜならその後のシステムエンジニアの行う作業が容易となるだけでなく、完成後の現場での使用についても、使い勝手のよいものになるからです。この作業は土木技術者にとって、今まで当たり前と漠然と思っていた現場の作業手順を自ら明確に確認することでもあります。

次に作業手順の各段階でシステム(データベースを含む)に求める必要な機能と必要な情報を明らかにし、それを示すことが重要です。これは作業手順の一つの段階でディスプレイ上に取得したいデータは何で、しかもそれをどのように示されればいいのかということにつながります。ここまでが土木技術者のすべき作業で、後は具体的システム構築となり、システムエンジニアに任せるところとなります。

土木技術者の仕事は目的と作業手順と、その手順のそれぞれの段階におけるシステム(データベースを含む)に求められる必要な機能と情報を明確に示すことです。この土木技術者がすべきことについて、従来はシステムエンジニアに任せてきたところがあります。

システム全体を電子化することからすると、この作業こそ土木技術者の仕事と考える必要があります。

システムとデータベースが目的を果たす機能を得たときにどのような効率化・最適化が図られるかの例を示します。

図6は建設事業の電子納品について、その流れを示しています。従来は建設事業においては、各段階でその成果を文書、図面、写真にして成果品として納品することが行われてきました。

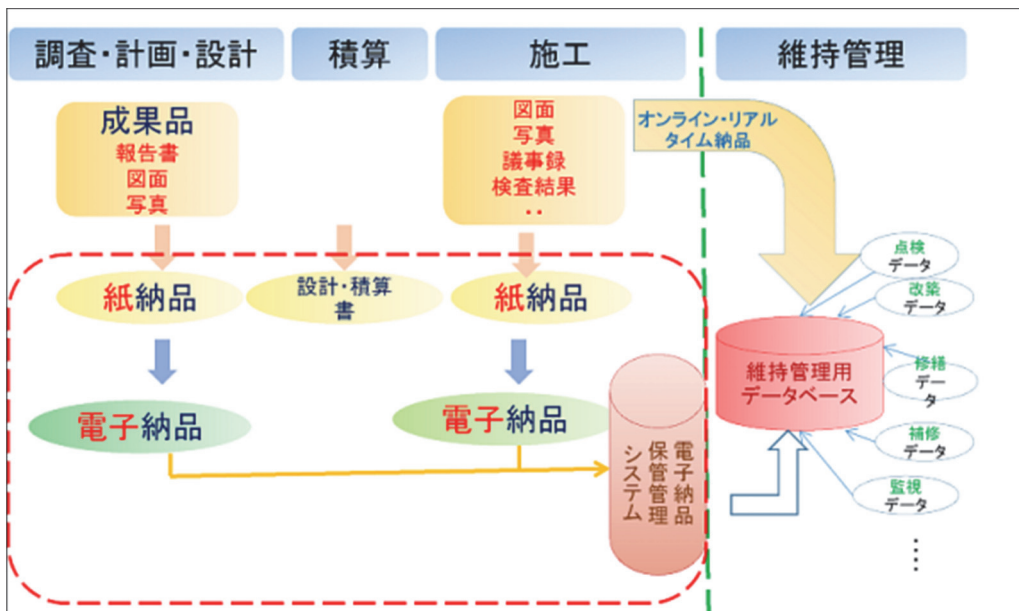


図6 プロセス最適化のイメージ(例)

つまり調査、計画、設計段階では報告書、図面、写真等が成果品として紙媒体で発注者に納品されていました。また、施工時には図面、写真、議事録、検査結果等が、同じく紙媒体によって発注者に納品されていました。その後、電子納品として、紙媒体を電子媒体に焼き付けたものを納品することとなって現在に至っています。

電子納品されたものは、国交省の直轄事業では電子納品保管管理システムに格納されています。この電子納品保管管理システムに格納された情報を維持管理に活用するためには、このままではいかにも使い勝手が悪いことになります。また維持管理においては、点検、改築、修繕、補修、監視などに係る新たに発生するデータが収集、格納されていくことになります。

このため維持管理用データベースの構築が必要です。施工までに蓄えられたデータ、つまり電子納品保管管理システムに格納されているデータのうち維持管理に必要なデータと、施設が維持管理に入ってから得られる新たなデータを必要ときに即座に取り出せ活用できるデータベース、つまり維持管理用データベースの構築です。

維持管理用データベースの構築は工事竣工後にすることになりますが、そうでなく工事着手前にあらかじめ用意しておくことも可能です。調査から施工の過程の中で維持管理に必要なデータをリアルタイムでその都度維持管理用データベースに順次格納していくことがイメージできます。

これはオンラインリアルタイム納品の可能性を示唆します。これが可能となると図 6 の赤の破線で囲った部分が手続きとして必要でなくなる可能性があります。これが建設生産プロセスへの ICT 導

入によって実現された建設生産プロセスの効率化を示す一例です。

建設生産システムが全ての段階で電子化されたシステムとなり、どこにいても必要な情報にアクセスでき、それを手元で活用でき、必要なら関係者が仮想的に集合し、問題が解決でき、それでダメなら実際に専門家を集中してそこに投入できるような環境が整備されること、これが建設生産プロセスへの ICT 導入後の姿そのものです。

8. 終わりに

最後に建設コンサルタントの皆さんにお願いしたいと思います。

2 年ほど前に、ある大手建築設計事務所が、ビルの運営のための支援をする子会社を設立したということが話題になりました。なぜ建築設計事務所が管理運用なのか、ひとつは、現在高層ビルの新築が続いていますが、これが一段落した先の将来において、これら高層ビルを立て直すことはまれで、機能改修や一部改築ということが中心になってくることが予想されます。そのためにはどうしても運用管理のためのノウハウの蓄積が必要だというのが理由の一つです。

もう一つは、設計者は設計に際して設計理念を持ちます。それが活かされるかどうかは、運用においてです。この意味では設計と維持管理は極めて密接な関係にあるといえます。むしろ設計から引き継がれる施工は、まったく別の理念、つまりかにかに効率的で安価に、安全に建築物を完成するかということが中心的な理念となっています。建築物の設計者が建築物の運用に関心を抱くのはむしろ自然

なことといえます。

われわれは、漠然と設計から施工、維持管理への流れを意識していますが、むしろこの中の施工の段階が異質で、設計と維持管理のほうが密接な関係にあるといえます。このことから建設コンサルタントの皆さんにおいても土木構造物の計画、設計に関与されている立場から、もっと土木構造物の維持管理についての関心を持たれることを期待します。

国土交通省においても維持管理の重要性を明言しているときです。先ほど示しましたように、未だに土木構造物の維持管理のためのデータベースの構築すら十分にできていない現在です。極めて多様で、膨大な作業が今後必要です。土木構造物の維持管理にもっと関心を持っていただくことを改めてお願いします。

建設生産プロセスへのICTの積極的な導入、さらに3Dオブジェクトの活用によって、建設生産プロセスに大きな変革がもたらされます。この変革を進めることが若い人にとって建設の現場が今よりもずっとクリエイティブで、エキサイティングなものであることを実感してもらえたと信じます。関係する方々のより一層のご理解とご努力を期待します。