

# 国土交通省の取組概要

国土交通省国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター情報基盤研究室 あおやま のりあき 青山 憲明

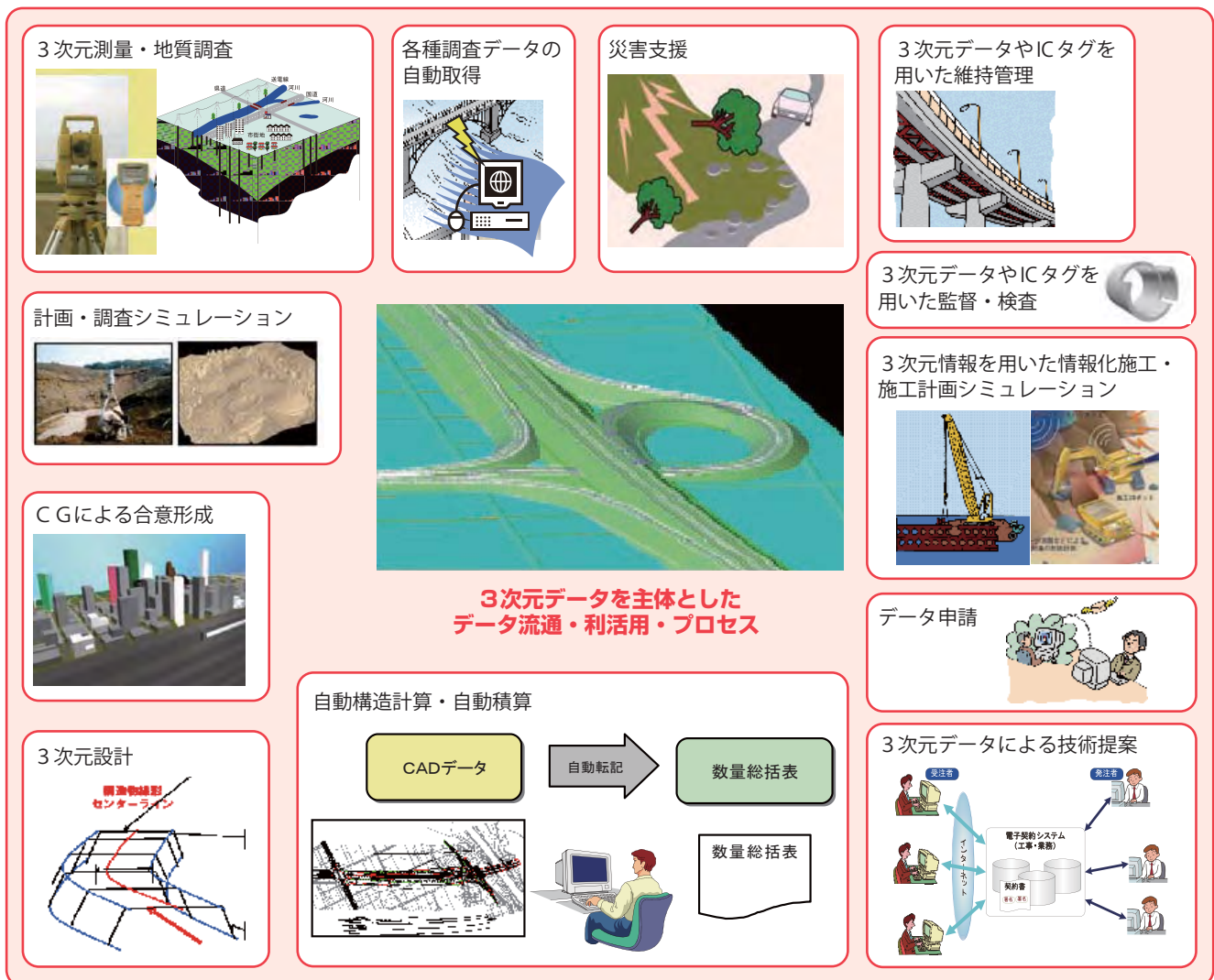
## 1. はじめに

建設事業においては、それぞれの事業段階で、設計図、発注図、施工図、工事完成図、管理図などの図面が作成されます。図面の作成は、設計図をもとに加工、修正を加えて作成することから、設計段階から2次元CADデータを流通し、再利

用することで図面作成の効率化がはかられます。しかし、従来の2次元CADでは図面の作成、閲覧といった利用にとどまり、紙資料に比べて抜本的な業務プロセスの改善には至っていないのが現状です。

ICTの急速な進展のなかで、単なる製図ツールとしての2次元CADから、高度な設計機能や可

図-1 3次元データを利用した将来の建設生産システムイメージ



視化機能を組み込んだ3次元CADの導入が行われ始めています。高度な建設生産システムを構築する上で、3次元設計、VRやCGの作成、施工計画などの各種シミュレーション、情報化施工といった3次元データを用いた建設生産システムの導入が重要となります。図-1は、土木分で想定される3次元データを用いた建設生産システムのイメージを示したものです。

一方、3次元化の課題として、データの作成に2次元CADデータに比べて多大な労力を必要とすることがあげられます。このため、一度作成したデータをシステムに依らず再利用できるように、2次元CADデータと同様に、異なるシステムでデータ交換するためのデータ標準化が必要となります。このようなデータ交換に対して、建築分野では建物のプロダクトモデルとしてBIM（ビルディングインフォメーションモデル）が提唱されていますが、土木分野でもBIMと同様のプロダクトモデルの検討が行われています。

本稿では、土木分野における3次元プロダクトモデルの開発の取り組みと課題について紹介し、今後の導入の方向性を述べます。

## 2. 3次元プロダクトモデルとは

3次元CADデータには、代表的な3次元形状モデルとして、サーフェイス、ソリッド等のモデルが存在します（図-2）。これらのモデルを3次元CADで作成すると、複雑な形状の場合にかなりの労力が必要であり、また設計変更等によって、

3次元形状を施工段階で修正が必要となる場合が多いです。このため、このような3次元CADデータを流通して利用するためには、設計者、施工者とも3次元CADの操作に精通しなければならず、課題があります。

一方、道路設計を支援するCADソフトでは、平面設計、縦断設計、横断設計を連動して行う機能が組み込まれており、例えば平面線形、縦断計画を変更すると、地形に応じた横断形状も自動で変更することができます（図-3）。この機能が使えるのは、CADソフトウェアのなかに、平面線形、縦断計画、横断形状が連動する3次元のデータモデルがあるためです。さらに、このようなデータモデルから、サーフェースやソリッドといった3次元CADデータの作成が可能です。また、3次元CAD操作に不慣れな施工者であっても、横断形状の一部を変更することで3次元CADデータの変更が可能となります。従って、3次元CADデータの基になるデータモデルでのデータ交換は、きわめて有効と考えられます。

国土技術政策総合研究所（以下、国総研という）では、このような3次元形状を再現するデータモデルを3次元プロダクトモデル（Product Model）と呼び、その標準化を検討しています。プロダクトモデルとは、コンピュータ支援で製品の設計・製造を実施する上で必要な情報を、統合的に記述した数値モデルのことをいいます。土木分野におけるプロダクトモデルは、現在、橋梁、トンネル、高速道路等を対象に、いくつかのモデルが検討されています（表-1）。

図-2 3次元CADの代表的なモデル

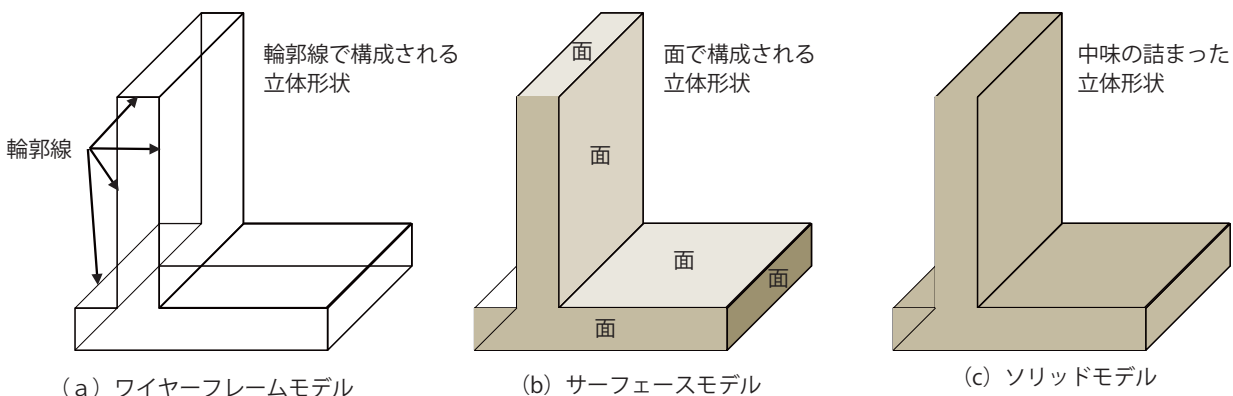


図-3 道路設計用3次元CADソフトによる道路設計のイメージ

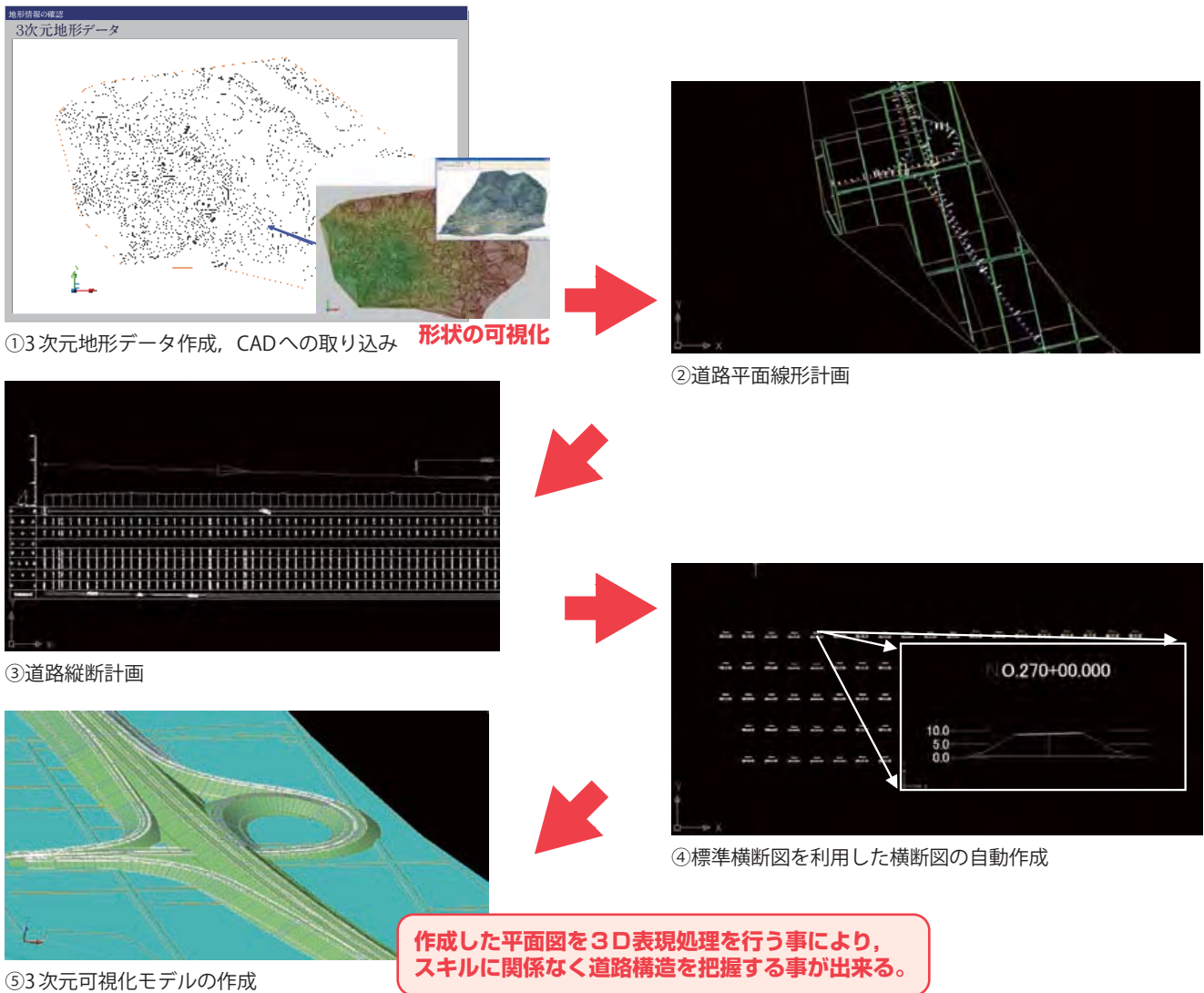


表-1 土木分野における代表的なプロダクトモデル

モデルの名称	内 容
JHDM(Japan Highway Data Model)	高速道路の道路構造, 地形・地質, 土工, 舗装, 橋梁, 道路付属物, 業務プロセスを対象にモデル化している。日本道路公団で策定。
IFC-ShieldTunnel	シールドトンネル本体, 地盤, 仮設, シールドマシン, 調査計測等を対象にモデル化している。建築分野のプロダクトモデルであるIFCのフレームワークやリソースを利用してモデルを作成。I A I 日本で策定。
IFC-Bridge	鋼橋及びP C 橋を対象とした3次元プロダクトモデル。IFCのフレームワークやリソースを利用してモデルを作成。日仏二国間共同研究SAKURA Projectで策定。
LandXML	測量や土木設計分野のためのプロダクトモデル。測量, 道路設計, 土地造成, パイプライン等が対象。オープン組織であるLandXML.orgが仕様を策定して公開している。
道路中心線形データ交換標準(案)	わが国の道路設計に適合させた道路中心線形の3次元モデル。情報化施工のT Sを用いた出来形管理にも利用されている。国総研で標準を策定。
ジュピター (Jupiter)	橋梁製作情報システム (AutoCAD系) に組み込まれた3次元プロダクトモデル。鋼橋の製作 (板取, 溶接, 仮組立ての自動化) で利用。
シンフォニー (SYMPHONY)	橋梁生産情報システム (Microstation系) に組み込まれた3次元プロダクトモデル。鋼橋にとどまらず, 水門, 海洋構造物に適用可能。

### 3. 国総研の取り組み

国総研では、わが国の道路設計支援ソフトや情報化施工システムとの親和性を考慮した、道路、

舗装、河川堤防の長手方向に連続した構造物を対象とした3次元プロダクトモデルを検討しています。例えば、道路の場合は、**図-4**に示すように、道路構造の骨格をなす道路中心線形と道路横断面形

図-4 道路の3次元プロダクトモデル（道路中心線と横断面形状の組み合わせ）

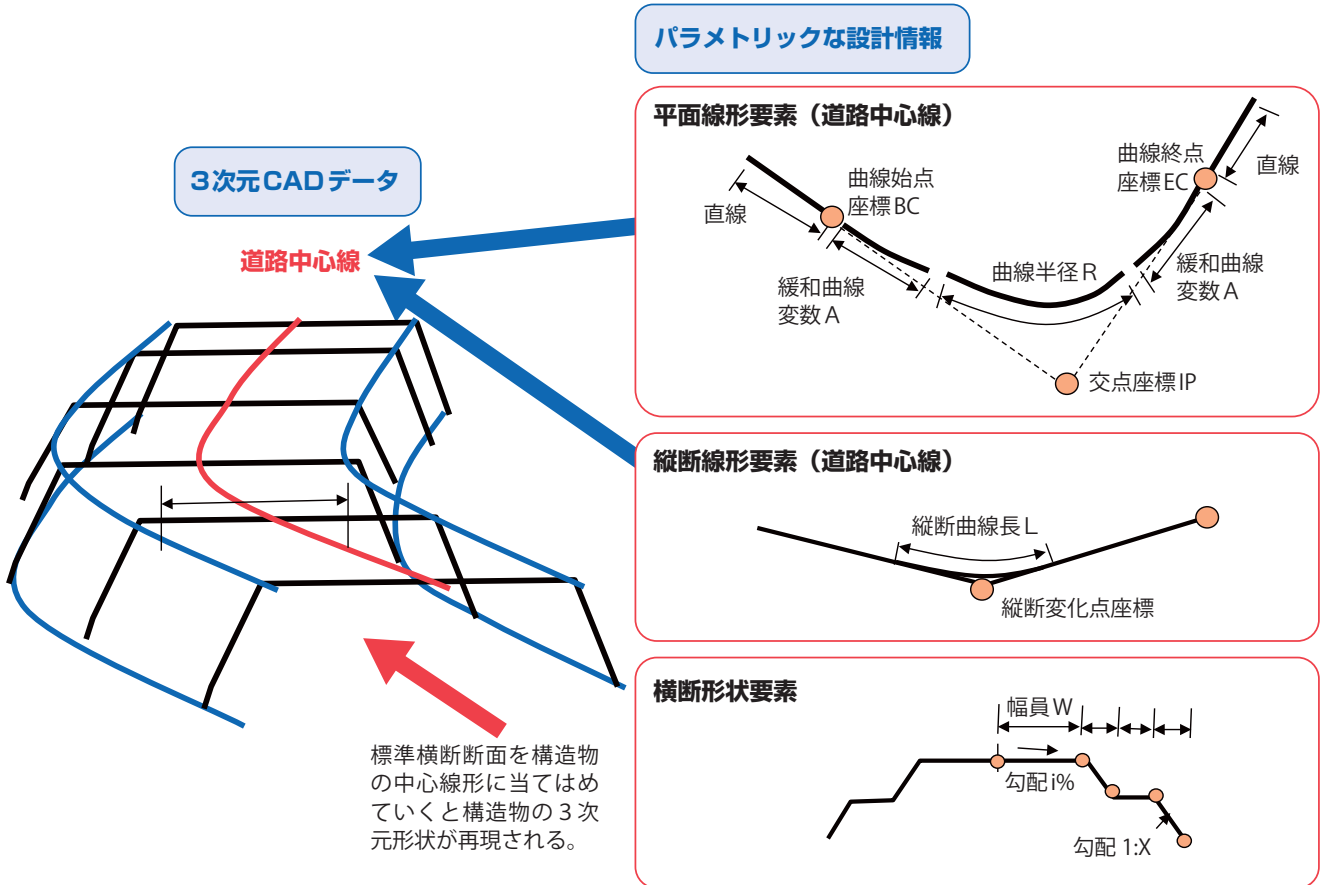
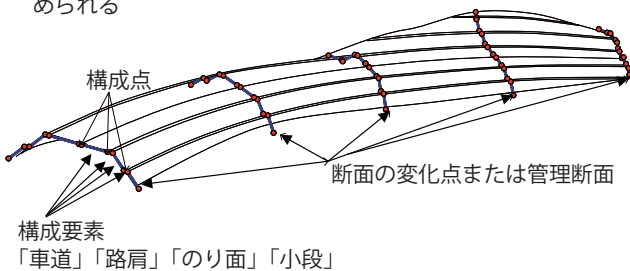


図-5 3次元プロダクトモデルにおける横断面のモデル化

**採用している既存モデル**

- LandXML/CrossSect要素
- TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案) Ver2.0

断面変化点や管理断面の構成点を、幅員中心からの離れで定義する。幅員中心からの離れは、幅員中心から近い構成要素の幅員、横断勾配、比高のデータを入力することで求められる

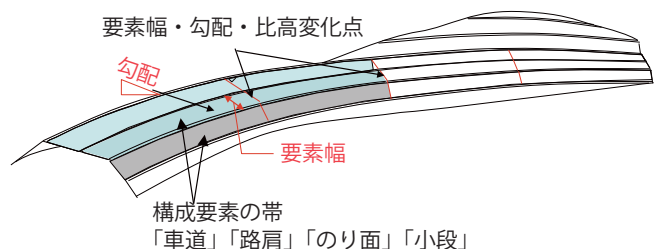


(a) 断面定義パターンによる3次元モデル

**採用している既存モデル**

- LandXML/GradeModel要素

断面を構成する要素を帯とみなし、幅員・横断勾配・比高が変化する箇所を帯の開始点、終了点として、その点での幅員、勾配、比高等を定義する



(b) 要素定義パターンによる3次元モデル



状を組み合わせたモデルによって、3次元形状を構築することができます。このなかで、道路中心線形は、平面線形に縦断高さをもつ3次元の線であり、線形を再現するための設計データ（線形要素の構成点、線形パラメータ、利用する座標系等）で構成されています。このようなデータモデルは、コンピュータで処理するのに最適な数値データであり、例えば線形パラメータを変更すると、3次元形状が自動的に変更することができます。

現時点では、道路中心線形データを設計から流通させることで、情報化施工等でのデータの再入力作業の労力低減が期待できることから、電子納品のための「道路中心線形データ交換標準（案）基本道路中心線形編 Ver1.0」を策定し、平成20年10月以降の業務から適用しています。

さらに、道路中心線形と組み合わせて利用する道路横断形状のプロダクトモデルについても検討をしています。道路横断形状は、**図-5**に示すように、設計断面や断面変化点の断面を対象に、その断面での横断構成要素をモデル化する方法（断面定義パターン）と、平面図に描かれている道路横断構成要素を帯状にモデル化して、道路横断構成要素の幅員、勾配、比高が変化する点のデータを作成する方法（要素定義パターン）が考えられ

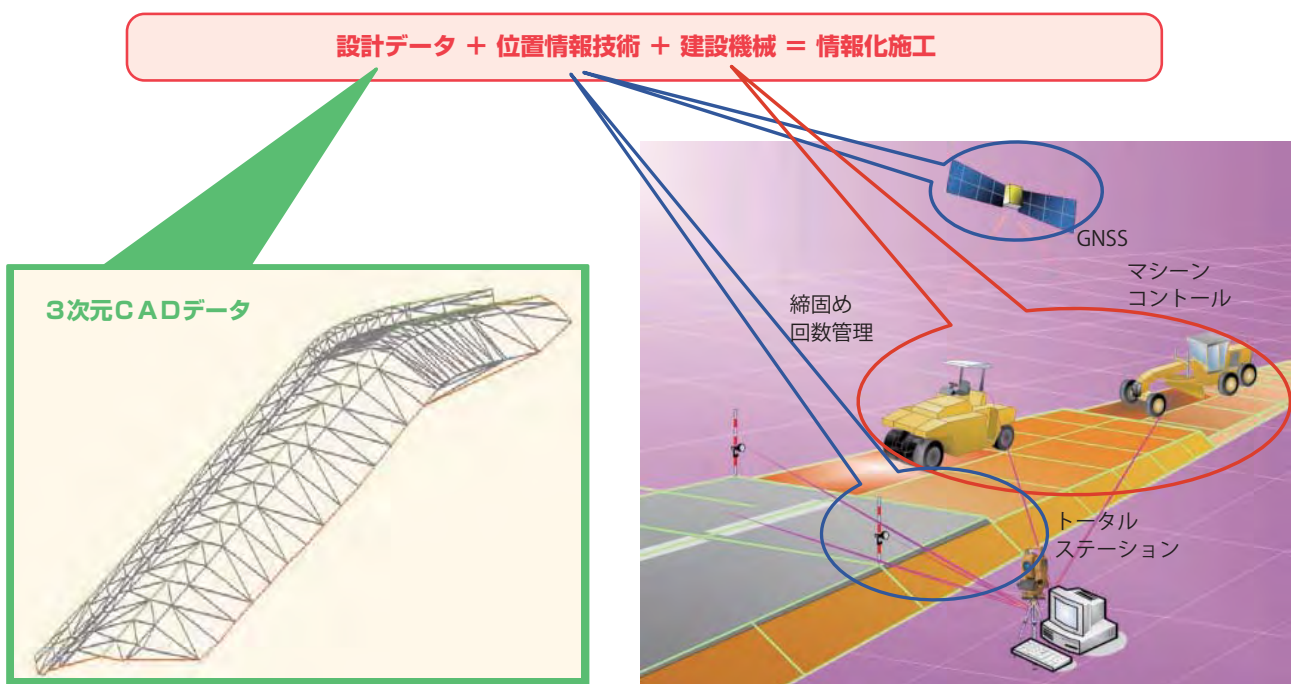
ます。データ作成のしやすさからは前者の方法が勝っているものの、連続した3次元形状を構築したり、設計の考え方を忠実にモデル化するととの観点では、後者が優れています。

現在、プロダクトモデルの運用、ソフトウェアへの実装、情報化施工での利用などを検討しているところであり、これらの検討をもとに早期に設計段階からのデータ流通を実現していきたいと考えています。

#### 4. 情報化施工における利用

情報化施工では、TSを用いた出来形管理、敷き均しやのり面整形をコンピュータの指示のもとに行ったり、機械制御を自動化するMC（マシンコントロール）、MD（マシンガイダンス）等の技術が普及しています。これらの技術では、土工や舗装の3次元形状データが必要であり、従来は施工段階で3次元形状データを作成しています（**図-6**）。この作業は、3次元CAD等のソフトウェア利用に不慣れな施工者が作成するために手間がかかり、効率化を阻害する結果となっています。このため、設計からのデータ流通に対するニーズが非常に高いといえます。しかし、工事測量を反

図-6 3次元データを利用した情報化施工のイメージ



映したのり面と地形とのすり付けなど、設計データの変更が発生し、設計段階で流通されるデータがそのまま利用できないといった課題があります。設計段階からのデータ流通の必要性について、議論のあるところです。

国総研では、設計データ作成や3次元CAD等のソフトウェアの操作に慣れている設計者が3次元設計データを作成し、そのデータをもとに簡単なデータ変更で基本設計データを作成する方法が最良であると考えています。このため、上記2.で述べたように施工者が情報化施工で利用しやすいプロダクトモデルの構築とともに、データの受け渡し、確認、データ修正などの業務プロセスの詳細について検討し、この結果をもとに運用ガイドラインを策定しています。

## 5. 残された課題と対応

残された課題として、実装できるアプリケーションの開発と、3次元プロダクトモデルのデータ流通に関する運用方法の確立といったことがあります。

アプリケーションの開発については、検討している3次元プロダクトモデルは既存アプリケーションとの親和性を考慮して作成しているために、大きな課題にならないと思われます。国総研としても、ベンダーに積極的に働きかけ、ソフトウェアの開発、改良を行ってもらおう予定です。

データ流通に対する運用の確立は、3次元プロダクトモデルが単純化した3次元形状を再現するモデルであるために、2次元の設計図とは細部の形状まで同一にはならないことを運用でどうカバーするかといった課題があります。3次元建設生産システムの途上の段階であり、やむを得ないところですが、3次元データの作成、利用の責任範囲を明確にして、運用でカバーする方法を関係者でオーソライズする必要があります。

国総研では、残された課題について引き続き検討し、早期に設計段階からのデータ流通を実現していきたいと考えています。

## 6. おわりに

土木における3次元プロダクトモデルの開発が始まったところであり、対象としている工種もわずかです。3次元プロダクトモデルが利用できるアプリケーションの開発、2次元図面が正式であるなかで3次元データを流通するための運用など、残された課題はあるものの、3次元データの流通、利用が建設生産システムの高度化に大きく寄与することは、他産業の事例をみても明らかであり、確実な歩みで普及させていくことが重要と考えています。