

i-Constructionのための 3次元設計データ交換標準

国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室

主任研究官 あおやま のりあき 青山 憲明

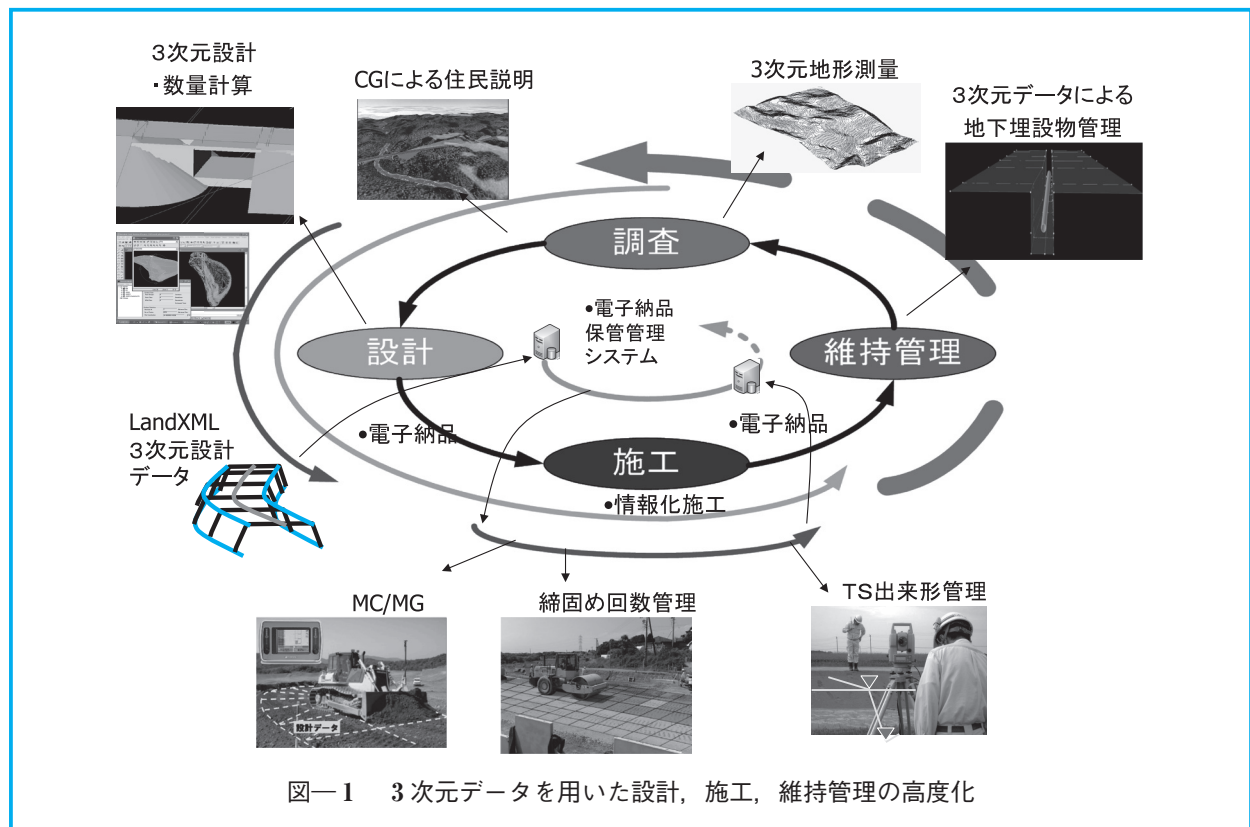
1

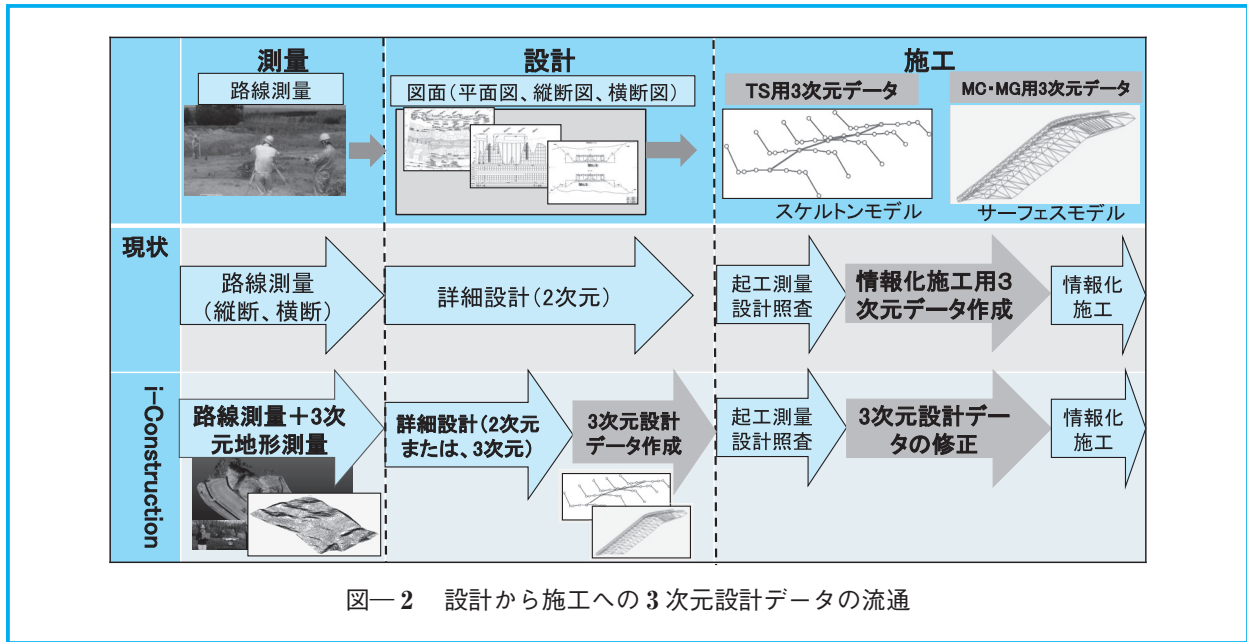
まえがき

国土交通省では、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」等の施策を建設現場に導入する取り組みであるi-Constructionを進めています¹⁾。これまで、施工段階で3次元データを作成して情報化施工に利用してきましたが、i-Constructionでは、

調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、3次元データを全面的に導入し、土工における抜本的な生産性の向上を図ることを目指しています（図-1）。

施工段階では、MC・MG（マシンコントロール、マシンガイダンス）や3次元データを用いた出来形管理などの情報化施工技術が一般化し、定着しつつあります。また、測量、設計では





CIM (Construction Information Modeling) の取り組みが加速しており、UAVや地上レーザースキャナ等を用いた3次元測量、構造物同士の干渉チェック、景観検討や関係者協議のための3次元設計等が行われています。このように、個別に取り組んできた3次元データ活用の取り組みを、i-Constructionでは、測量、設計段階で作成した3次元データを施工段階に流通し、利用していくこととなります(図一2)。

しかし、設計と施工で用いる3次元データ処理システムはそれぞれ異なるため、一般的にデータの互換性はありません。施工段階で3次元データを利用するために、利用可能なデータ形式を定める必要があります。国土技術政策総合研究所では、特定のシステムに依存しない3次元設計データを検討し、i-Constructionのための納品要領を規定しました。本報では、i-Constructionのための納品要領として規定した「LandXMLに準じた3次元設計データ交換標準」,「同運用ガイドライン」の概要を紹介します。

2 3次元設計データ流通の必要性

現状の建設生産プロセスでは、一部において3次元CADによる道路設計が行われているもの

の、多くは2次元の設計が行われています。このため、情報化施工に必要な3次元データは、施工段階で2次元図面をもとに作成を行ってきました。しかし、CIMの取り組みが始まり、設計段階での3次元データの作成が行われるようになってきます。

設計段階で作成した3次元設計データを施工段階に流通し、そのデータを利用することができれば、施工者が3次元データを1から作成する必要がなくなります。また、情報化施工に特化した3次元モデルではなく、建設生産システム全体で流通、利用に適した3次元モデルであれば、事業全体での高度化、効率化につながります。このため、情報化施工に留まらず、幅広い用途で利用可能な、特定のシステムに依存しない3次元設計データの標準化が必要となります。

3 LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準²⁾

LandXMLは、土木・測量業界におけるオープンなデータ交換フォーマットとして米国にて提起されたデータ形式で、わが国の主要な土木用CADソフトが対応しています。データ形式には、XML (eXtensible Markup Language) というデータフォーマットが用いられています。これ

は、文書やデータの意味、構造を記述するためのデータ形式です。LandXMLは、測量、道路設計、土地造成、パイプライン、水路等で利用可能なデータ形式になっています。

3次元形状をコンピュータ上で表現する方法としては、「スケルトンモデル（ワイヤーフレームモデル）」、「サーフェスモデル」、「ソリッドモデル」の3つがあります。この内、LandXMLでは、道路中心線形や横断形状を組み合わせた3次元の骨組み形状モデル（以下、スケルトンモデルという）、及び道路形状や地形等を面で表したサーフェスモデルを対象としています。そこで、i-Constructionのための納品要領として、3次元設計データ交換標準では、道路設計で作成するスケルトンモデルとサーフェスモデルについて規定しました（図－3）。

スケルトンモデルは、道路中心線形と横断形状を組み合わせたモデルで、3次元形状を表現するための設計情報（設計パラメータ）から成り立っています。従って、設計変更があれば、変更箇所的设计形状のデータを修正すればよく、修正したデータをもとに3次元形状が再現されます。

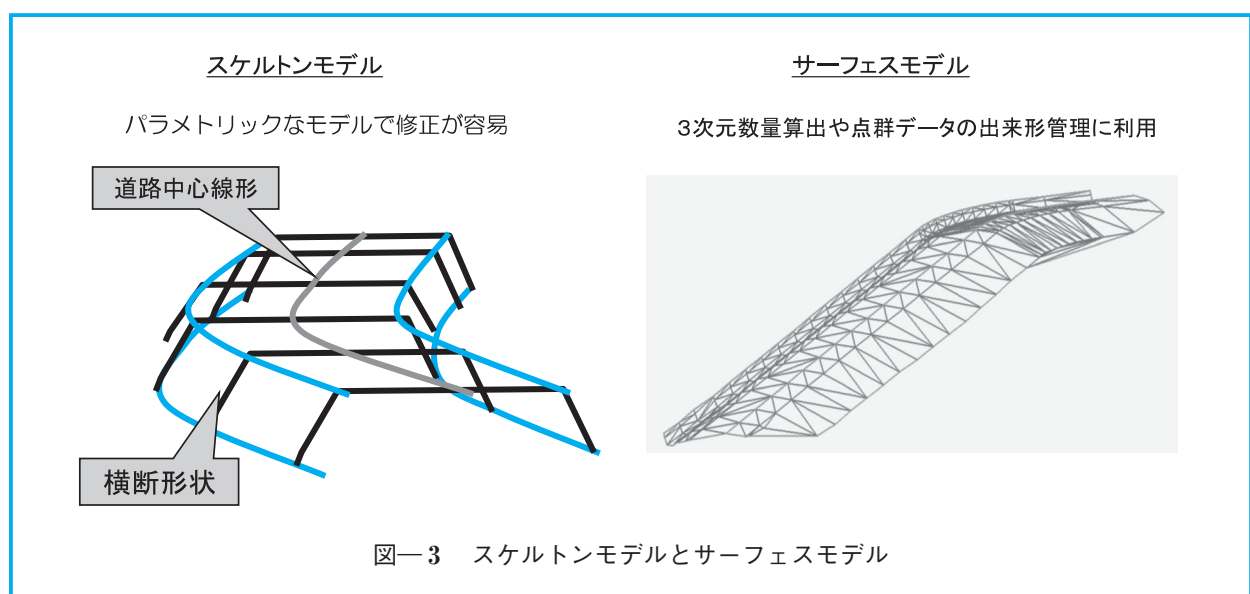
このことから、施工段階で設計変更が生じてても、データの修正が最小限で済み、施工者の負担になりません。一方、サーフェスモデルは、表面の3次元データで、可視化したときに立体的な形状となります。また、i-Constructionでは、3次

元数量算出や点群データの出来形管理に用いるデータとなります。ただし、設計変更があった場合、1つの形状変更がモデル全体に影響を及ぼし、変更箇所を含めたモデルの作り直しが必要となります。従って、施工段階では設計変更があれば、サーフェスデータを直接修正するのではなく、スケルトンモデルでデータ修正を行い、スケルトンモデルからサーフェスモデルを再現することが合理的と考えられます。

LandXMLは、米国で提案された道路の3次元モデルですが、わが国の道路設計に当てはめて考えた場合、標準のLandXMLのままでは、不足する要素もあります。例えば、測点が線形の開始点からの累加距離でしか扱えず、わが国で一般的な測点番号+追加距離といった表現ができないこと、横断設計の基準となる標準横断面が規定できないことや、横断設計を行った管理断面を設定する情報がないことなどが挙げられます。

標準のLandXMLに定義されていない情報をモデル化する場合、LandXMLのFeature要素を利用することができます。そこで、わが国の道路設計に合わせ、不足する情報はFeature要素を用いて追加しました。また、道路を構成する要素名といった属性情報についても、システムによって異なることのないように、標準的な属性情報を規定しました。

上記のように標準のLandXMLを拡張した3次



```
<?xml version="1.0"?>
<LandXML xmlns="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.2" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" date="2014-03-01" time="16:47:45" version="1.2"
xsi:schemaLocation="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.2">
  <Units>
    <Metric areaUnit="squareMeter" linearUnit="meter" volumeUnit="cubicMeter" temperatureUnit="celsius"
pressureUnit="HPA" angularUnit="decimal dd.mm.ss" directionUnit="decimal dd.mm.ss"/>
  </Units>
  <Project name="〇〇道路詳細設計"/>
  <Application name="〇〇CAD">
    <Author createdBy="山田太郎" company="〇〇設計株式会社"/>
  </Application>
  <CoordinateSystem name="CRS1" horizontalDatum="JGD2000" verticalDatum="T.P"
horizontalCoordinateSystemName="9(X,Y)" desc="第9系"/>
  <Alignments name="〇〇路線">
    <Alignment name="線形1" length="553.357221" staStart="0.">
      <CoordGeom>
        <Line length="94.906">
          <Start name="BP">-134492.609300 -31243.259760</Start>
          <End name="KA1-1">-134462.476634 -31153.264299</End>
        </Line>
      </CoordGeom>
    </Alignment>
  </Alignments>
  ...
</LandXML>
```

図一 4 3次元設計データ交換標準に基づくLandXML形式データの例

元設計データ交換として、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準（案）」（以下、3次元設計データ交換標準という）を策定しました（図一4）。

3次元設計データ交換標準は、主にCADベンダー向けの資料となっています。XML形式のデータ構造とそれを解説した内容で構成されており、CADベンダーはそれを見てCADソフトを開発することになります。一般ユーザーは、CADソフトに従ってデータを入力することになるため、XML形式のデータ構造を特に理解する必要はなく、次に説明する「LandXMLに準じた3次元設計データ交換標準運用ガイドライン」に従ってデータ作成を行うこととなります。

4

運用ガイドライン³⁾

3次元設計データ交換標準に基づいた3次元データの作成、流通などの運用を規定した「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準運用ガイドライン」を作成しました。運用ガイドラインの内容を、図一5に示します。図で示すように、運用ガイドラインは、適用する事業、3

運用ガイドラインの内容

- ①運用ガイドラインの位置付け
- ②適用する事業
- ③3次元設計データ交換標準の解説
- ④作成範囲、作成方法、精度の規定
- ⑤照査方法
- ⑥電子納品
- ⑦工事発注時の取り扱い
- ⑧施工時の利用方法

図一 5 運用ガイドラインの目次構成

次元設計データの作成範囲や作成方法、照査方法、電子納品、工事発注時の取り扱いなど、具体的な事業フェーズでの運用を規定しています。以下に、これらの内容について説明します。

適用する事業では、ICT土工が対象とする工事の設計業務に適用することを記載しています。具体的には道路詳細設計、平面交差点詳細設計、立体交差点詳細設計、築堤詳細設計、護岸詳細設計に適用します。

3次元設計データの作成範囲では、利用目的に応じて適切なモデルが作成できるように、作成範囲を記載しています。スケルトンモデルの作成範囲は、情報化施工での利用を想定し、道路では道路中心線、横断形状、舗装のそれぞれのデータを、河川では堤防法線、横断形状のデータを、地

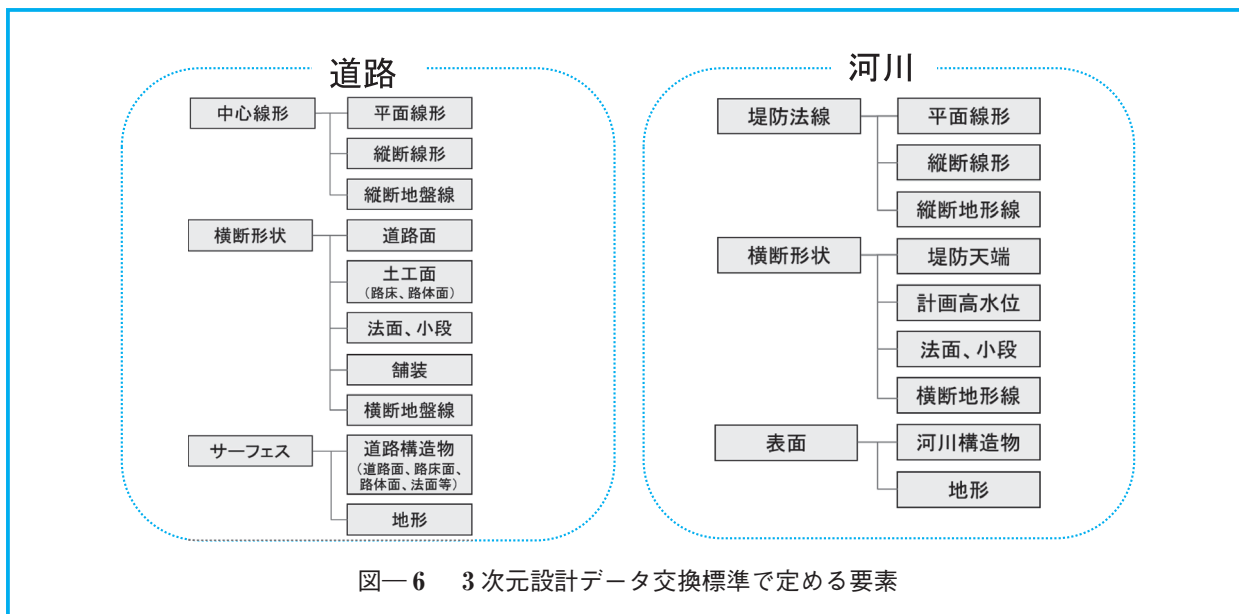


図-6 3次元設計データ交換標準で定める要素

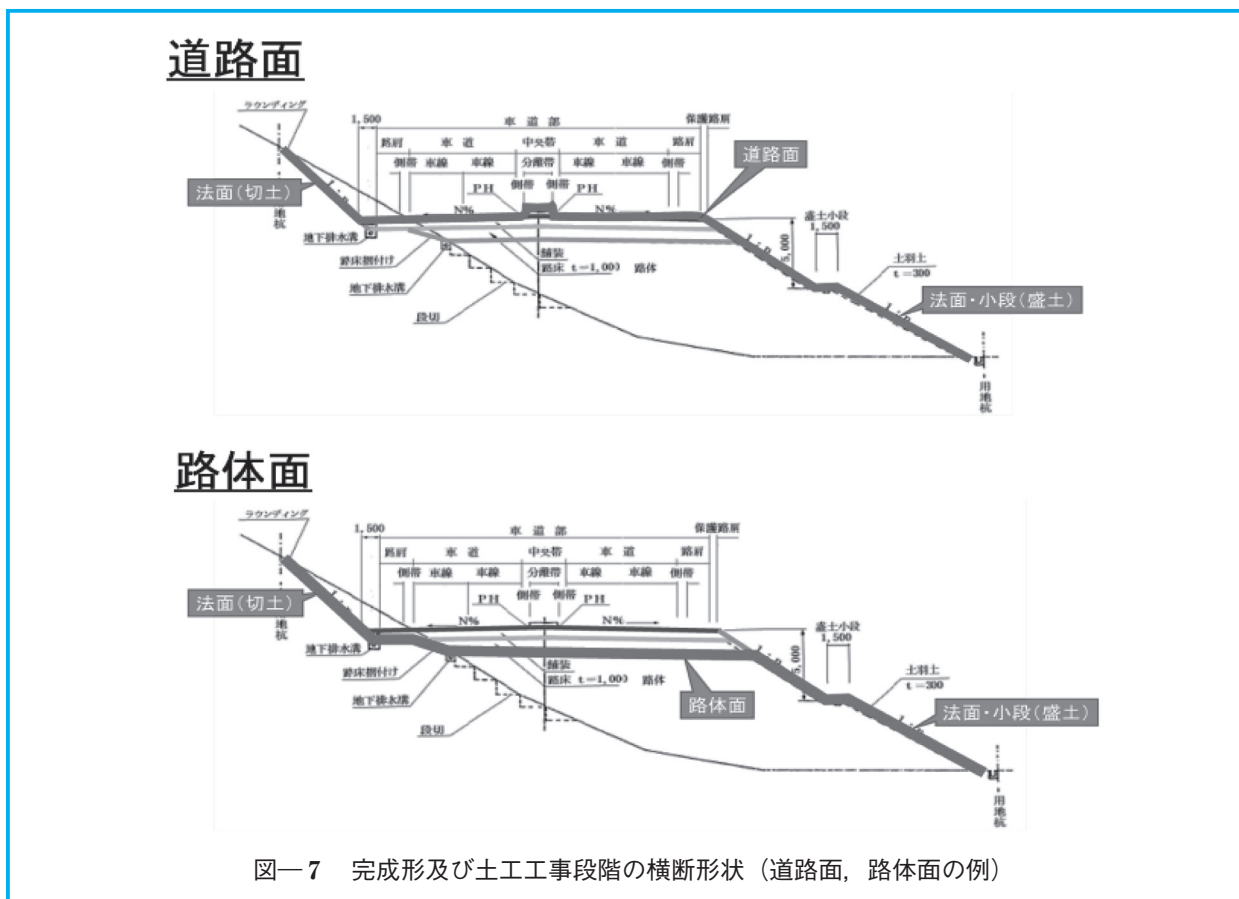


図-7 完成形及び土工工事段階の横断形状（道路面，路体面の例）

形では縦断地形線，横断地形線を作成します（図-6）。また，道路の横断形状では，完成形の横断形状だけでなく，路床面，路体面の土工工事の完成形も合わせて作成します（図-7）。

さらに，横断面を作成する位置も，3次元モデルの精度に影響することから，ガイドラインで規定しています。ガイドラインでは，測点間隔20m

毎の管理断面，線形の変化点，道路の幅員，横断勾配の変化点，法面形状の変化点で横断面を作成することを記載しています。なお，法面形状は地形とのすり付けや構成物の接続に関連して，多数発生することから，対応する盛土と切土の境界，構造物との接合部での横断面の作成を規定しました。しかし，法の段数が変わるような断面変化点

は、設計段階では法面形状の変化点とはせず、想定される最大段数の法面で横断形状を構築し、施工段階でデータを修正する方針としました。

照査方法では、3次元モデルが正しく作成されているかを照査するために以下の2つの方法を記載しました。

- ・ 3次元設計データを3次元ビューアで表示し外観を目視確認
- ・ 2次元の設計図書や線形計算書と照合して確認
前者は、作成した3次元モデルが全体として正しくできているかを確認するためのものです。また、後者は、3次元モデルを構成する要素の寸法や基準高等の細部を確認するためのものです。これらの照査は、施工段階でも行われますが、施工段階に正しいデータを流通する上で重要です。

電子納品では、納品する電子データの種類、電子媒体への格納、ファイル名を規定しています。納品する電子データは、3次元設計データであるLandXMLデータの他、設計照査で確認した3次元のイメージデータ、及び設計照査のチェックシートを納品します。また、電子媒体への格納は、平成28年3月に改定した土木設計業務等の電子納品要領に従い、ICONフォルダに格納します。

工事発注時の取り扱いでは、設計段階で作成した3次元設計データは、契約図書の2次元図面とともに貸与資料として、施工業者に貸与します。

以上が、運用ガイドラインの概要となりますが、今年度は3次元設計を行う環境の準備が十分ではなく、全ての業務への適用ではありません。「i-Constructionにおける『ICTの全面的な活用（ICT土工）』の実施について」で示されたとおり、UAV等を用いた公共測量を実施し、その成果を活用して3次元設計を行う業務を、発注者指定型の業務発注で行います。

5

ソフトウェアの開発状況

3次元設計データ交換標準の公表に伴い、3次

元設計データを作成、情報化施工で利用するためのソフトウェアの開発が、現在鋭意進められています。ソフトウェアの開発状況は、OCF（オープンCADフォーマット評議会）のサイト（<http://www.ocf.or.jp/cim/>）で公開されています。現時点での情報では、多くのソフトウェアが今年度中に実装する予定となっています。

6

あとがき

i-Constructionの動きに見られるように、ICTの活用により土工における業務のあり方が大きく変わろうとしています。この動きは今後、CIMの取り組みとも合わせ、建設生産システムの全体を通して活発になっていくことでしょう。ICTの適用範囲が拡大するとともに、建設生産システムに関わるあらゆるプロセス、あらゆる現場で、当たり前のように3次元データが活用される時代が間もなくやってくると考えられます。

このように土木業界は大きな変革の中にありますが、引き続き現場の業務を円滑に進められるように、国総研としては、データの標準化や基準類の整備等に向けた検討を進めて参ります。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：i-Constructionの取組，2016。
<http://www.mlit.go.jp/common/001111976.pdf>
- 2) 国土技術政策総合研究所：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準（案）Ver.1.0，2016。
http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h28_basedLandXML1.2.v1.0.pdf
- 3) 国土技術政策総合研究所：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン（案），2016。
http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h28_basedLandXML1.2.v1.0_guidline.pdf