

4.1 ICT活用による建設生産性向上の取組

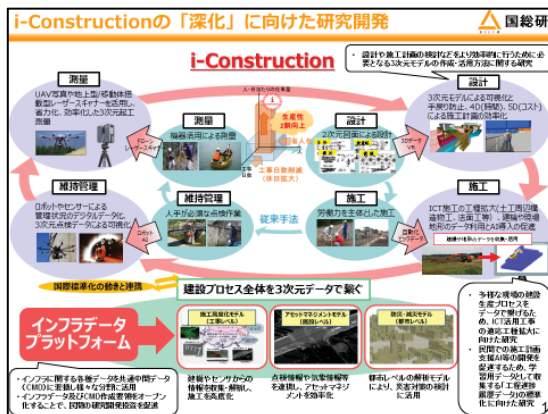
(社会資本マネジメント研究センター長 清水 晃)



ただいま紹介いただきました社会資本マネジメント研究センターの清水と申します。私からは「ICT活用による生産性の向上」ということでお話をさせていただきます。

本日お話しさせていただく内容ですけれども、まず i-Construction の目標といえますか、全体像につきましてお話をさせていただきます。その後、特に i-Construction の中でも3次元モデル

に絞ってお話をさせていただきたいというふうに思っております。この2番目の「3次元モデルの活用」と書いてある中身ですけれども、こちらにつきましては主に設計段階におきまして3次元モデルの活用ということをお話しさせていただきたいと思っております。それから3番目の「施工データの3次元化による生産性の向上」につきましては、特に施工段階での生産性向上、それから最後に「維持管理における情報連携」ということにつきましては、3次元モデルを活用いたしまして、維持管理段階での情報連携というものについてお話をさせていただきたいと考えております。



まず i-Construction ですけれども、冒頭、所長のほうからもお話がありましたけれども、現在、我が国のインフラの老朽化、それから建設労働者の高齢化の問題、こういったものが今、顕在化しているところでございます。このまま行きますと建設分野におきます労働力が不足してしまうということで、建設の事業が停滞したり、あるいは維持管理に手が回らなくなるといったことが懸念をされている状況かと思っております。このために建設現場での生産性の向上を図り、労働環境を改善して建設産業の担い手であります若者が集まる産業にする必要があると考えております。

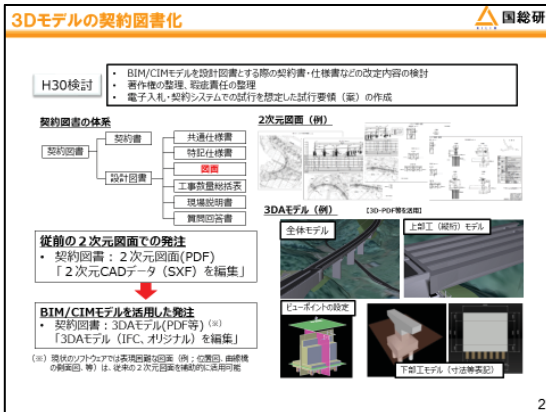
このために建設現場での生産性の向上を図り、労働環境を改善して建設産業の担い手であります若者が集まる産業にする必要があると考えております。

こういった背景を踏まえまして、国土交通省では調査・測量から設計、施工、維持管理、更新までの全ての建設生産プロセスで ICT 等を活用する i-Construction を推進しているところでございます。この i-Construction におきましては3つの大きな施策がございまして、1つが ICT 技術の全面的な活用、2番目に全体最適の導入、3番目に施工時期の平準化、この3つの施策をトップランナー施策として位置づけて重点的に取り組んでいるところでございます。

なお、「i-Construction」という言葉を使うときですけれども、先ほど申し上げました3つの施策を全て含めて i-Construction なのですけれども、たまにといいますか、中にはもう少し狭義の意味

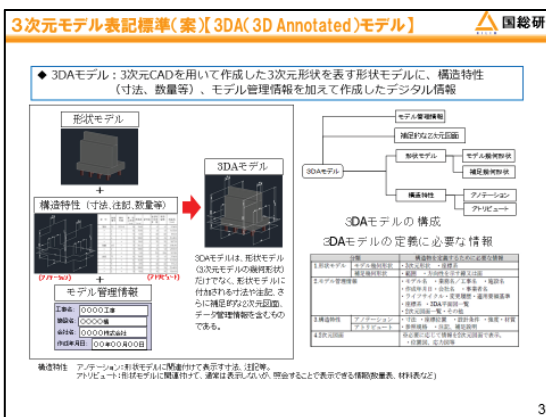
で ICT の活用のみを指して i-Construction と呼ぶときもございます。本日のお話の中ではその ICT の活用について、そしてその中でも 3次元モデル、更には4次元モデルの活用につきまして、内容を絞って紹介をさせていただきたいと考えております。

この図ですけれども、建設生産プロセス全体をあらわしておりまして、内側のグラフが従来のやり方、それを外側に広げてより生産性を高めていこうということを進めているものでございます。



まず3次元モデルの契約図書化ということについてお話をさせていただきたいと思います。3次元による設計についてはところどころで進んでいるのですが、それを実際に契約図書として認めるということがなければ今後更に普及は進まないということで、契約図書にしていくための検討を今、進めているところでございます。

契約図書といたしましては図面ですとか数量総括表とか現場説明書などがございまして、その図面につきましては今、2次元の図面というものが基本となっております。この図面を3次元モデルへ転換するということを目指しております。納品する際の3次元モデルそのものですか、あるいは3次元モデルから切り出した2次元の図面に必要な情報ですか、それをあらわす表記方法を規定した3次元モデル表記標準案というものを検討いたしました。この4月に策定をしたところでございます。その標準案につきましては共通編、道路土工編、それから河川土工編、橋梁上部工、橋梁下部工という4つの工種の表記標準を策定したところでございます。



その標準のモデルなのでございますけれども、ここでは3DAモデルというものを使用してございます。設計図書として3次元モデルを活用するためにこの3DAモデルを用いておりますけれども、この3DAモデルといえますのは、3次元CADを用いて作成いたしました構造物の形状をあらわしたモデルに、構造特性、すなわち寸法ですとか数量など、こういったものをつけ加えたものと、更に業務名ですとか会社名などの管理情報、こういったものをつけ加えて作成したモデルでございまして。

3次元モデル表記標準(案)【3DAモデルの表示と2次元断面】 国総研

■ 3DAモデルの表示

- 3DAモデルは、以下の3種類の表示方法を想定
 - 3次元投影図：視点を自由に設定した3次元モデルの表示
 - 3DA平面図：モデル空間内に投影面を設定して、投影図または断面図として表示
 - 2次元図面：従来のCAD製図基準に基づき2次元図面の表示(補助的に活用)

3DA平面図(切り出し断面)の作成

- CAD製図基準で規定されている図面の位置で作成
- 切り出し位置は、3次元投影したモデル空間上の位置図を作成して管理
- 3DAモデルからの図面の切り出しを標準とし、ソフトウェアの機能形境界から、切り出しができない図面(例えば、位置図、道路設計の断面図、曲線物の側面図等)は、補助的に2次元図面を利用

この3DAモデルですけれども、3つの表示方法を想定しておりまして、一番左側が3次元のままの表示、それから真ん中のところが任意に設定いたしました投影図、あるいは断面図、こういったものを表示できるものとしております。更に今までの、従来使用していた2次元図面の表示も可能となるようにしてございます。こういったモデルを用いて今、検討を進めているところでござい

パラメトリックオブジェクトを用いた製図 国総研

過去 図面をすべて手書き 現在 図面をすべてCADで生成 未来 図面をすべてパラメトリックで生成

図面はすべて手書き：

- 線1本、数秒の1つずつ記入
- 修正時は、消しゴムで消す

CADソフト登場：

- コード機能が使える
- 修正も楽になる

3次元CAD登場：

- 立体表現が可能になる
- 変更を効いて、立体方向に動かしやす
- 変更があれば、基本、図面が勝手に動く

パラメトリックオブジェクトの開発、パラメトリックで図面生成。

- 寸法入力(9桁)

R1	1500
R2	5000
S1	3500
S2	1000
- 寸法値を入力し、高機能な機能を使う。CADソフト操作は、基準に3Dモデルの修正で図面も修正するのみ。
- 半自動で図面生成も可能。

※パラメトリック：寸法情報、接続情報などの諸条件を変更することで、形状を変えることが出来る仕様のこと

ものを目指しているところでござい

パラメトリックモデルの活用方法 国総研

モデル作成者(建築士、設計者)がパラメトリックモデルを作成し、国総研に提供される。

国総研は、提供されたモデルを管理し、ライブラリとして公開する。

ライブラリ管理は、各種図面、パラメトリックモデルをフリーウェアとして提供・配布する。

一般ユーザーは、このライブラリからモデルをダウンロードし、業務に活用する。

国総研は、このプロセスを支援し、モデルの仕様が変更された場合、自動的にユーザーに通知を行う。

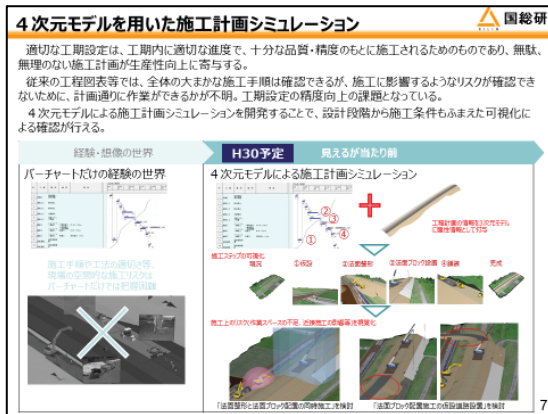
いたしましては、基礎的なパラメトリックオブジェクトの仕様を作成するというのが役割と考えておりまして、この利用が進んでくればその後は民間の方々に主導していただくといったことを目指して進めているところでござい

続きまして、更にこの3次元による設計をより普及するための検討といたしまして、パラメトリックオブジェクトといったものの検討をしてござい

こちらにつきましては、3次元で設計を行う際にいろいろな形の部品を用意しておきまして、その部品に寸法情報ですとかあるいは接続情報などの諸条件を入力することによりまして、形状を変えて設計の効率化に役立つといった

このパラメトリックオブジェクトの活用方法ですけれども、現在の想定ですけれども、まず真ん中にありますようにライブラリーといったものを想定しておりまして、このライブラリーの中から一番下にありますユーザーの方々にダウンロードをしていただいて、このパラメトリックオブジェクトを利用していただくというものを考えてござい

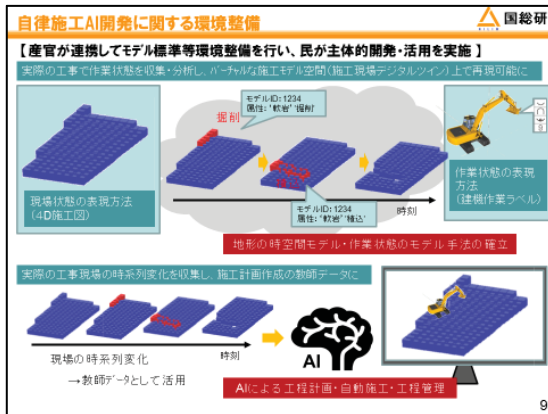
なお、この際の国総研の役割と



とによりまして、例えば現場における上下作業の確認ですとか、あるいは重機の巡回範囲などの確認も可能となりますので、工程管理とともに安全性の向上にも役立つのではないかなというふうに考えているところでございます。



機による自律施工、あるいは建機に対してバーチャル空間での施工指示といったものを目指しているところでございます。



ございます。そのために現在は不足しております施工計画のためのモデルを確立するといった研究を進めているところでございます。

この上の図ですけれども、一番上の左側のところが現在の地盤を今あらわしており、それに掘削をして、掘削した土砂をダンプに積み込んで現場から搬出する、その結果、一番右側の地形に変わるといったモデルを想定しております。こういったモデルをつかって現場の変化を建機といいますか、AIに学ばせるといったことを今、検討を行っているところでございます。実際にこういったデ

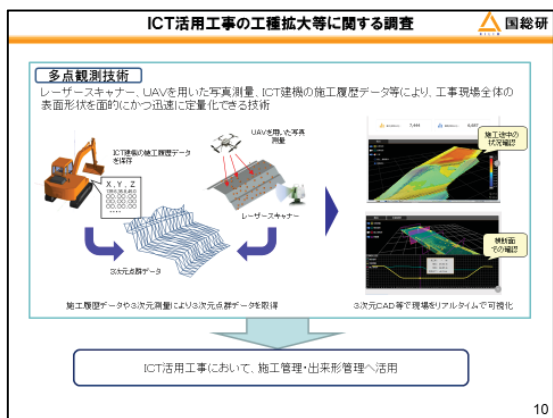
それと、3次元モデルのさらなる活用方法ということで、時間軸を加えたモデルも考えております。時間軸を加えたモデルにつきましては「4次元モデル」というふうに呼んでおりまして、ここでは施工計画のシミュレーションに使えるのではないかなというふうに考えているところでございます。

このような施工のシミュレーションを行うこと

続きます、ここからは施工段階での3次元データの活用についてお話をさせていただきます。一番上の左側ですけれども、現在、測量につきましては例えばドローンですとか、あるいはレーザーなどによりまして3次元で測量が行われております。また、ICT建機による施工が普及してきているという状況ですけれども、将来は更により効率的で生産性を高めるために、AIを搭載した建

こういったAIの活用ということを考えておりますけれども、このAIを活用するためにはやはり多くのデータをまず用意しなければいけないということでございます。またそのデータも教師データ、正確なデータを用意することができればより効率的にAIが学習をできるということで、今そういった教師データをどうやって用意するかといったものの研究を進めているところでござ

ータを取得するために、今年度、実際の現場におきまして1日2回以上のレーザーによる計測を行いまして、現場の作業と地形の変化の情報を取得することとしてございます。そして取得したデータを AI の学習用データとして活用可能なものとするように変換をする試行を行うというのが今年度の研究の予定でございます。



それから、既に現在ICT活用工事ということで、レーザー測量ですとかそういったものを出来形管理ですとか施工管理に活用しておりますけれども、そういった工事を更に拡大していきたいと考えています。最初は土工、舗装工から始まっておりますけれども、現在は河川の浚渫工でもこういったICTの活用工事ということで施工を行っているところでございます。

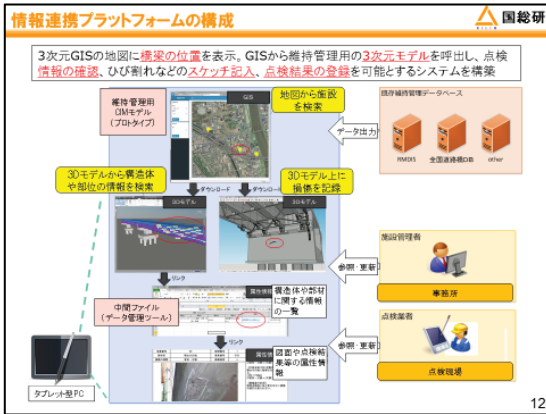
例えば河川の浚渫工ですと、出来形管理に音響測深機器、マルチビームというものですが、そういった面的な計測を出来形管理に活用したりですとか、あるいは施工履歴による出来形管理では、バックホウの刃先にセンサーを取り付けまして、その刃先の動きの履歴のデータから掘削面を確認して、それを出来形管理に活用するといったことをやっております。

以上が施工段階に関する状況でございます。



続きまして、維持管理におきまして3次元モデルの活用についての紹介をさせていただきたいと思っております。このスライドですけれども、3次元モデルに点検結果を集約した場合のメリットをまとめている図でございます。まず3次元形状ということで可視化ができるということで、これについては最大のメリットかなというふうに考えているところでございます。また属性情報の可視化

といたしましては、点検結果の結果判明した健全度などの情報、そういったものを3次元モデル上に表現する、見える化することによりまして、全体を俯瞰して情報をとらえることができるようになると考えてございます。また対象の橋梁に関連する書類、ドキュメント一式をこの3次元モデルの部位と紐付けて管理することで橋梁の位置とそれぞれの書類の対応がとりやすくなるということで、情報の検索性が向上するといった効果につながるものと考えております。



果との比較ですとか過去の資料との比較、こういったものが容易になると考えております。また損傷の箇所が3次元的に位置関係を把握することができるということで、構造物全体の損傷状態の把握ですとか、あるいは関係者間での合意形成を支援することにつながるものではないかと思っていますところがございます。

これはあくまでも維持管理の場における情報連携のプラットフォームということでございますけれども、最初に見ていただいたこの i-Construction の図にありますように、将来的には測量、設計、施工、それから維持管理に向けての全てをこういった3次元データで結びつけていくといったものを目指しているところがございます。本日、今までお話しさせていただいたのはあくまでも例えば設計段階、あるいは施工段階、維持管理段階、それぞれで3次元データの活用が図られつつあるといったことを紹介させていただきました。今後、そういったものをこの各段階を更につないでいくことが必要になるものと考えているところがございます。

「情報連携プラットフォーム」と書いてございますけれども、こちらは我々が i-Construction で最初に見ていた各段階をつなぐ情報連携ではなくて、これは維持管理の中だけの情報連携のプラットフォームですけれども、こういったもののプロトタイプといったものも、これは作成をさせていただきますので、これについて説明をさせていただきます。こちらにつきましてはGISの地図情報と3次元のモデルを組み合わせたシステムとなっておりまして、GISの上に橋梁の3次元モデルのデータがあり、その3次元モデルから構造体ですとか部位にも紐づく情報を検索することが可能となっております。また、点検記録として損傷部分のスケッチをとる作業がございますけれども、こちらにつきましても3次元モデル上に直接スケッチをいたしまして、損傷の箇所を3次元的に管理することが可能となっております。また現場で使えるようにこのアプリケーション一式をタブレット型のパソコンに格納しておりますし、更に一般的な表計算ソフトで構築しました管理ツールを用いて3次元モデルに紐づく、過去の点検結果などの外部参照ファイルを管理するといったシステムでございます。こういったシステムを使うことによりまして、例えば過去の点検結果

つなぐための課題ですけれども、現在、設計とか施工で3次元データを使ってやられているものもごございます。しかしながら3次元データを活用した構造物は、新しい構造物ですので維持管理のまだ課題が出てくるというところまでは行っていない。一方、維持管理で課題があるような橋梁につきましては古いものが当然多くなりますので、そういったところでは残念ながら3次元モデルがまだ作成されていません。このため、そこをつなぐところがまだできていないというのが現状かなと思っていますところがございます。今後はそういった維持管理段階に必要なデータですとか、あるいは古い橋梁につきまして、3次元のモデルを効率的に作成する方法、そういったことの研究を進めていく必要があるというふうに考えているところがございます。

また今日は主に3次元のモデルについてのお話をさせていただきましたけれども、この i-Construction は最初に申し上げたとおり、現場で働く方々にも役立つようなそういった技術開発も含んでいるものと思っております。例えば、IoT あるいはAI を利用して現場の働き方をどう改革していくかといったものの研究なども今年度進めているところがございますし、ことしの夏にはそういった技術を公募いたしまして、今、各地の現場でデータを取得してIoT、AI を活用して働き方をいかに改善していくかといったようなデータの取得も行っているところがございます。



それから、最後にもう少し大きなデータの連携ということで、インフラデータプラットフォームというものを御紹介させていただきたいと思えます。このプラットフォームはインフラに関する多くのデータを集約するものでして、そういった各種のデータを集約して利用することができればいろいろな解析にも活用しやすくなるといったものでございます。今、国総研ではこの共通中間データというデータを活用するための技術開発ですとか、あるいはこういったものの利用、活用場面。そういったものの研究を進めているところがございます。

以上、今日は3次元モデルに限ってでございましたけれども、お話をさせていただきました。御静聴ありがとうございました。

以上、今日は3次元モデルに限ってでございましたけれども、お話をさせていただきました。御静聴ありがとうございました。

—了—

