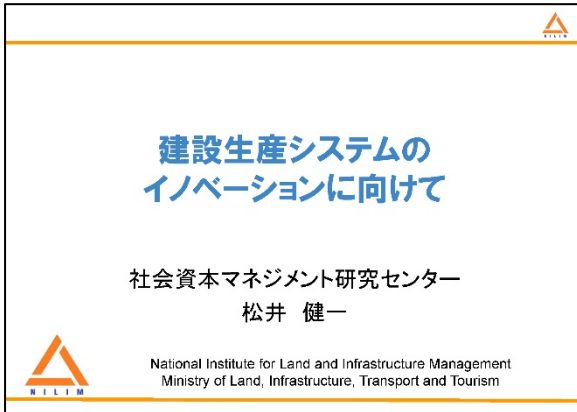


第3章 一般講演

第3章 一般講演

3.1 建設生産システムのイノベーションに向けて

(社会資本マネジメント研究センター長 松井 健一)

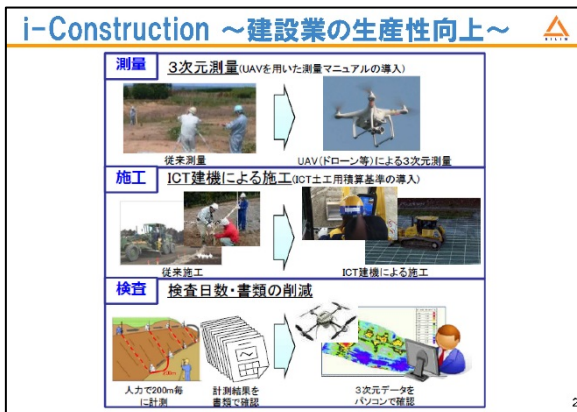


社会資本マネジメント研究センター、これは2016年度からできたセンターです。私どものセンターで取り組んでおります「建設生産システムのイノベーションに向けて」という切り口で、3つ紹介させていただきます。i-Construction、それからCIM、入札契約方式の中で技術提案交渉方式、この3つについて、ご紹介させていただきます。

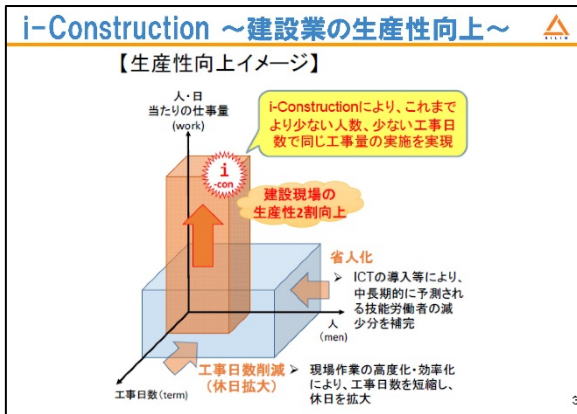


最初に、i-Constructionです。国土交通省は、2016年を生産性革命元年と位置づけておりまして、色々な生産性革命の取り組みを行っております。その中で、建設現場の生産性革命、これも非常に重要なテーマでございまして、安倍総理が議長を務めます未来投資会議がありますが、この第1回会議で安倍総理から建設現場の生産性を2025年までに20%向上させる、それから橋、トンネル、ダムなどの公共

工事の現場で、測量にドローン等を投入して、施工検査に至る建設プロセス全体を三次元データでつなぐ新たな建設手法を導入すると、このような発言がされたところです。



その三次元データでつなぐイメージです。今取り組んでいる土工の例ですが、UAV、以降ドローンと紹介させていただきます。ドローンでこの場合は写真測量で三次元測量をして、ICT機器を搭載した施工機械で効率的に土工を行う、そして、検査においても、日数、書類ともに削減することにより、生産性が向上するというものです。

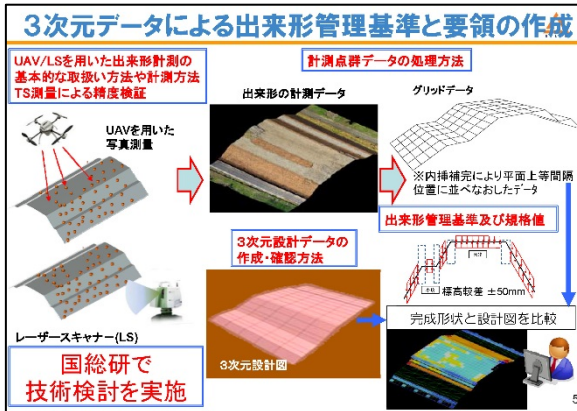


このイメージですが、いまのこをを行うことによりまして、省人化が行われて、建設現場の生産性が2割向上します。そして、現場の工事の日数も減り、休日の拡大・建設現場の環境の向上にもつながるといふものです。

ICT土工15の基準と積算基準を策定

	名称	新規	改訂
調査・計測	1 UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	○	
	2 工事完成図書電子納品等要領・土木設計業務等の電子納品要領		○
	3 LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)(同運用ガイドラインを含む)	○	
施工	4 ICTの全面的な活用(ICT土工)の推進に関する実施方針	○	
	5 土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○
	6 土木工事数量算出要領(案)(施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)を含む)	○	○
	7 土木工事共通仕様書 施工管理関係書類(帳票・出来形合否判定総括表)	○	
	8 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	○	
	9 レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	○	
	10 地方整備局土木工事検査技術基準(案)		○
	11 既済部分検査技術基準(案)及び同解説		○
検査	12 部分払における出来高取扱方法(案)		○
	13 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	○	
	14 レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	○	
積算基準	ICT活用工事積算要領(施工パッケージ型積算方式)	○	

このICTを使った土工につきましては、2016年度から本格的に実施をしております、2016年の3月末にここにありますような15の基準と積算基準を公表いたしました。この策定にあたりまして、国総研では色々行ってきたところです。




これがその1例ですが、この赤字で示しておりますのが国総研で技術的研究検討を行ったところです。ドローンやレーザースキャナーを用いた出来形計測の基本的な取り扱い方法、計測方法、それからその精度検証のために、トータルステーションでこのような点群のようなデータを取って、精度の検証をしました。

それから出来形計測においては、この点群データの処理方法、それから設計でも、この三次元の設計データをつくる方法、これらを検討してきまして、それを最後に比較して、この出来形管理基準、ヒートマップのような差をこのように図化するための検討をしてきたところです。

トップランナー施策『ICT土工』の実施状況

ICT土工の実施

- 国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、受注者の希望でICT土工を実施可能。(必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価)
- 年間で約1080件以上をICT土工の発注方式で公告予定
- 現在279件の工事でICT土工を実施**
(地域の建設業者が8割以上)



ICT人材育成の強化
(受・発注者向け講習・実習を集中実施)

- 全国約390箇所で開催建設業や地方公共団体への普及拡大に向けた講習会を開催予定であり、既に約20,000人が参加。


(10月20日時点) 6

2016年度、土工では本格的に実施しております。これは10月のデータですが、約280件で工事が行われております。そのうちの約8割が大手ではなく、地域の建設会社です。また、研修も全国各地で行っておりまして、講習会に2万人以上が参加しています。

『ICT土工』の実施状況モニタリング

体制に関する調査

UAV測量	自社	・	外注
点群データ処理	自社	・	外注
3次元設計データ作成	自社	・	外注
出来形管理	自社	・	外注
ICT建機	自社	・	リース
ICT土工の施工	自社		



導入効果

- ・工期: UAV使用により起工測量の日数が大幅に短縮
- ・安全: 手元作業員の配置が不要となり、重機との接触の危険性が大幅に軽減 など

施工者が感じている普及に向けた課題

- ・3D設計データの作成や確認できる人材育成
- ・積雪期のUAVによる出来形管理は、リスクが大きく、TS測量で面的管理を代替すると非効率 など

7

私どもも、機会を見つけて現場に行き色々な情報収集をしています。まずその体制です。ドローンの測量や点群データ処理、三次元データ処理、こういうのを自社でやっているか、あるいは外に頼んでいますかなどを聞いております。その体制を確認した後に、効果などを聞いておりますが、効果につきましては、ドローンの使用により日数が大幅に短縮した、工事の安全性が非常に向上した、このよ


うなことを聞いております。

また、今後の課題としては、三次元データ、設計データの作成や確認できる人材がまだまだ不足している。色々手直しがあるたびに、外注しないとイケないことは、非常に負担になるとの声を聞いております。

降雪地域でヒアリングしたところ、ドローンで出来形管理をしようとしても雪が連日降ると飛ばないということがありますし、飛ばたとしても雪が積もっていると正確に測れないため、面的管理をトータルステーションを使い従来型でやることになると非常に非効率になると、このようなご意見もいただいております。

今後の検討課題

○ICT活用工事を通じた要領・基準類の問題点の抽出・検証



- ・UAV出来形管理における計測条件の緩和(ラップ率、地上画素寸法等)
- ・従来手法で合格するものが不合格になるようであれば、基準の緩和が必要
- ・逆に従来手法で不合格とすべきものが合格となってしまう、次工事への引き継ぎに特段の問題が生じるようであれば、基準の見直しが必要

○土工以外の工種へのICT活用の拡大

○新たな3次元計測機器(RTK-GNSS、TS、ノンプリズム方式TS)のICT活用工事への導入

8

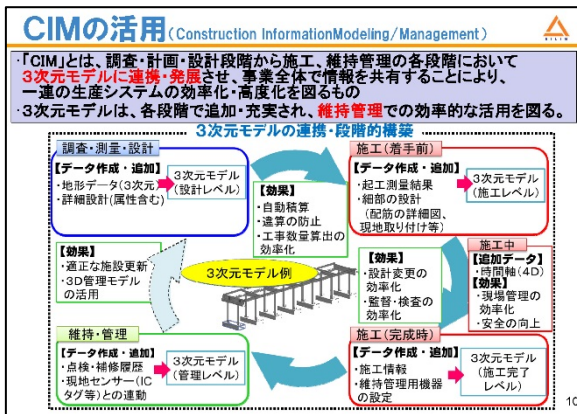
今、取り組んでいることですが、2016年3月に策定した基準がどうか検証をしないとイケません。民間団体の方からご要望いただいていることがあり、ドローンの写真測量のときに、連続して写真を撮る重なり度のラップ率です。今、進行方向に90%、隣接コースラップが60%となっておりますが、もう少し緩和して欲しいという要望をいただいております。もう少し緩和して問題がないか検討

を行っております。

これから検査の案件が増えますけれども、従来方法で合格するものが不合格になっている例がなかったか、あるいはその逆に従来では不合格にすべきものが合格になっていないか、このような検証をしたいと考えており、必要に応じて基準の見直しも考えております。

今後、土工以外にも ICT 活用の拡大を図りたいと検討しております。三次元の計測機器は他の RTK-GNSS、トータルステーション、ノンプリズム方式のトータルステーション、これらも活用できるように検討しているところです。

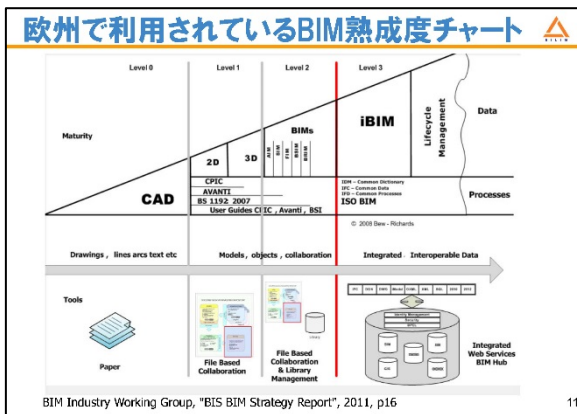
i-Construction につきましては、国総研にも推進本部を設置いたしまして、所を挙げて取り組んでおります。ホームページをつくり、各種情報提供も行っているところです。



続きまして、CIM について紹介させていただきます。CIM はコンストラクション・インフォメーション・モデリング、あるいはマネジメントですけれども、調査、設計、計画設計から施工維持管理の各段階において、この三次元モデルを連携発展させ、情報共有することにより、生産性の向上を図るものです。

それぞれのフェーズでも効率化が行われ、後工程で発生する問題を早めに検討することができ、フロントローディングと呼んでおりますが、より効率的な生産システムとなると、現在取り組んでいるものです。

それぞれのフェーズでも効率化が行われ、後工程で発生する問題を早めに検討すること

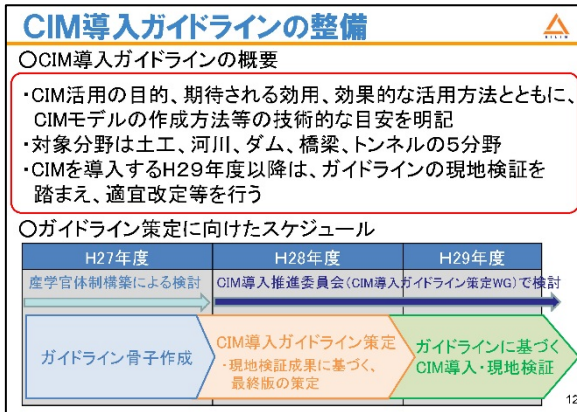


欧州で利用されているものを紹介させていただきますが、BIM、欧米ではビルディング・インフォメーション・モデリングと呼ばれ、日本より一歩進んでいるかと思えます。イギリスは、このレベル2を2016年度に標準とすることを目標に掲げています。

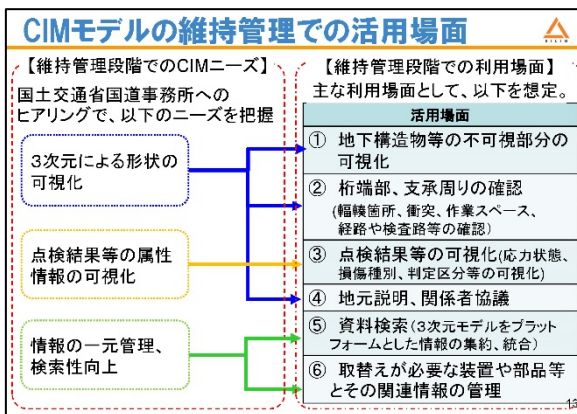
現在の日本のレベルは、レベル1の2D・3Dのところかと思えます。このレベル2はBIM2と書いてあり、三次元のモデルに時間とコス

トも入れた五次元の情報で管理することを目指していると聞いております。イギリスではこれにより 2025 年には 33% のコスト減を図るとの目標を立てています。

アメリカの BIM の関係のホームページを見ますと、トランプスウォールといい、トランプ次期大統領が発言しているメキシコとの国境につくりたいという壁はこのようなものということが出ており、日本に比べると定着していると感じます。国際標準化の動きもありますので、しっかりキャッチアップし、うまく日本にも定着させていく必要があるかと思っております。


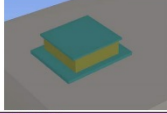
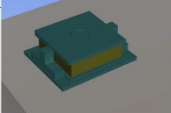
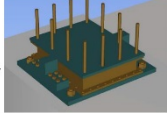


そして日本での取り組みですけれども、CIM 導入ガイドラインを土工、河川、ダム、橋梁、トンネルのこの 5 分野について、2016 年度末に策定する予定にしており、今検討をしているところです。



CIM につきましては、設計データや施工データは、民間の会社においてかなり進んでいるという現状認識ですが、このシステムを上手にまわすためには公物管理者が、維持管理の場面で上手に使う必要があるとの認識のもと、こういったもののニーズがあるのか整理したいと思います。まず、道路の事務所にヒアリングをして三次元の形状、例えば地下に埋もれてしまう見えないところの可視化、それ

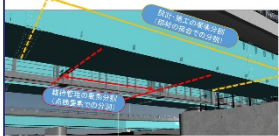
から桁端部や支承周りの輻輳するようなどの作業スペースとか、そういったところがよく分かるような可視化のモデルを考えています。それから、周辺の地形も合わせたモデルがあれば地元説明などにも使いやすいといったニーズや、点検の結果をうまく可視化するようなモデルや、色々な情報をプラットフォームとして集約して使えるようなモデル、このようなニーズを確認いたしました。そういった利用の場面に応じてモデルをつくる必要があります、必ずしも施工のときの精緻なモデルのまま直に持っていてもうまく使えず、かえって非効率になります。

3次元モデルの詳細度	
【詳細度の具体例】 橋梁 支承の例	
LOD100 ・支承の概略形状を表現した直方体モデル ・寸法形状は不正確 	LOD200 ・主部材(上巻・下巻・ゴム支承)の外形状をモデル化 ・主部材以外は、部材の省略、概略形状により簡易化する 
LOD300 ・主要部材以外の一部部材(サイドブロックなど)を詳細にモデル化 	LOD400 ・ボルトなど細部部材を含めて、全ての部材を詳細にモデル化 

これは支承の例ですけれど、このように本当の概略の形状を示したのから、詳細なもの、あるいは概略の外形の形状が分かるもの、このような詳細のものまで、モデルの整備の検討もしております。

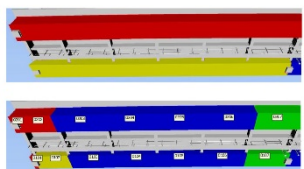
3次元モデルの要素分割

維持管理段階では、点検要素単位で属性を付与し、点検要素モデル上で可視化する利用ニーズが高い。設計、施工段階での3次元モデルを維持管理で必要な要素にモデルを分割する必要がある。



損傷度の表示例

- 要素分割しない場合
橋梁または構造体単位での点検結果の視覚化に留まる
- 適切に要素分割した場合
詳細な点検結果の視覚化が可能



損傷度
a 低
b
c
d
e 高

これは点検結果の可視化です。例えば橋の桁ですけれども、構造体としてはこのようであったとしても、これで点検結果をインプットしてこのようにするよりも、点検をもっと細かい単位で行っているのであれば、点検の情報もこういうもう少し細分化したかたちで保存できるようなモデルが良いという例もあり、このようなモデルの検討をしております。

技術提案・交渉方式

〇「公共工事の品質確保の促進に関する法律」第18条において、工事の仕様の確定が困難である場合に適用できる「技術提案の審査及び価格等の交渉による方式」を規定。
 〇参考となる手続等を定めたガイドラインを策定。

<主なポイント>

- 適用工事の考え方を明記
 - 発注者が最適な仕様を設定できない工事
 - 仕様の前提となる条件の確定が困難な工事
- 契約タイプとして3つの類型から選定
 - 設計・施工一括タイプ
 - 技術協力・施工タイプ
 - 設計交渉・施工タイプ

最後に、入札契約方式で技術提案、交渉方式についてご紹介します。この方式は、公共工事の品質確保促進に関する法律、いわゆる品確法のうち、先般改訂された部分で位置づけられたものです。参考となる手続きのガイドラインを策定にあたり、当方の研究室でも色々検討しました。


技術提案・交渉方式の3つの類型

1) 設計・施工一括タイプ
⇒ 優先交渉権者と価格等の交渉を行い、設計及び施工の契約を締結。

2) 技術協力・施工タイプ
⇒ 優先交渉権者と技術協力業務を締結。別契約の設計に提案内容を反映させながら価格等の交渉を行い、施工の契約を締結。

3) 設計交渉・施工タイプ
⇒ 優先交渉権者と設計業務を締結。設計の過程で価格等の交渉を行い、施工の契約を締結。

各契約タイプにおける手続の流れ

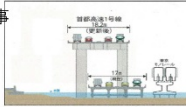
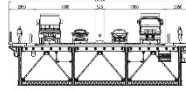
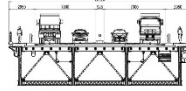


この方式は、発注者が最適な仕様を設定できない工事、あるいは仕様の前提となる条件の確定が困難な工事に適用することで、3つのパターンがあります。

1つ目のパターンが、いわゆる設計施工一括、デザインビルドタイプですけれども、この優先交渉者を決めて交渉した後に、契約して設計と施工を一括して契約してやってもらうものです。

技術協力施工タイプ。これにつきましては、通常のように、コンサルタントに設計業務を発注しておいて、そこで施工者の優先交渉権者を選定しまして、その会社と契約者、その会社技術協力とのかたちで、この設計に関わる。そして仕様を固めて、施工の契約をするというものです。

それから、設計交渉・施工タイプ。これは施工者を決め、その人に設計をしてもらい仕様を固めて、その後で施工の契約をする。このような3つの類型をつくっております。今、色々と動いており、NEXCO を含めると非常にたくさんの工事が動いていますので、それぞれ1例ずつ紹介させていただきます。

技術提案・交渉方式の適用事例	
<p>(設計・施工一括タイプ) 高速1号羽田線(東品川橋・鯉洲埋立部)更新工事 発注機関:首都高速道路株式会社 ○通行止めを行わず、重交通の供用道路を更新</p>	
<p>(技術協力・施工タイプ) 熊本57号災害復旧 二重峠(ふたえのとうげ)トンネル(阿蘇・大津工区)工事 発注機関:九州地方整備局 ○トンネル施工に関する測量・地質調査データ等が十分に確保されていないが、一刻も早く機能を復旧する必要がある。</p>	
<p>(設計交渉・施工タイプ) 国道2号淀川大橋床版取替他工事 発注機関:近畿地方整備局 ○架設後90年経過した橋梁で、健全度の不可視部分が存在</p>	

設計施工一括タイプ。これは首都高速道路会社で行っているものです。今、運河の上に、前回の東京オリンピックの前に開通した非常に老朽化した路線がありますけれど、水面ギリギリで、点検もなかなか難しい状況です。老朽化しているので、一旦、移設し、その後に本格的なものをつくるというものです。仕様は割とはっきりしているものですから、設計施工一括タイプの交渉方式で行っています。

続きまして、技術協力施工タイプです。これは熊本地震の復旧で、トンネル工事が行われています。これはまだ測量とか地質とか、不十分なものもありましたけれども、一刻も早く機能を復旧させるため、設計のコンサルタントを施工者優先交渉権者と決めて、技術協力して早く工事を着手させる方法で、半年以上工事着手が早くなるといわれております。

それから、設計交渉施工タイプです。これは近畿地方整備局の淀川橋の床版取り替え工事で行われております。非常に老朽化した橋で、交通量も多い。中をよく見てみないと、危険度がまだよく分からないため、指標が固められないで、発注して施工者を決めてから、その者とこの仕様を固めていくという設計交渉施工タイプで行われております。

技術提案・交渉方式の適用について
<p>■ 現在手続き中の事例から見受けられる課題等</p> <ul style="list-style-type: none"> ○技術協力業務や設計業務の適切な期間の設定 ○各タイプごとの技術提案に関する評価項目の設定の考え方 ○技術提案の審査や価格等の交渉にあたっての発注者側の視点・体制等 ○価格の妥当性・透明性の確保方策
<p>■ 今後の取り組み</p> <ul style="list-style-type: none"> ○実施事例等の検証を踏まえた改善点を、「運用ガイドライン」に反映させ、今後の実施環境を整備

今後、このような方式を私どもの研究室でフォローし、各フェーズの期間が適応であったか、評価項目がどうであったか、発注者として体制はどうだったか、価格の透明性はあったか、妥当だったか、という項目などをフォローいたしまして、運用ガイドラインをグレードアップしたいと考えております。

非常に雑ばくな紹介でございましたけれども、私ども、技術革新イノベーションという点

で、この3つの取り組みを紹介させていただきました。ご清聴、どうもありがとうございました。