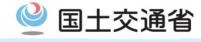
ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究

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

研究期間:平成29年度~令和2年度



1. 背景·課題(1)



- ・少子高齢化による建設現場の担い手の不足(日建連の予測では2025年までに110万人の技能労働者が離職)
- ・これに対し、国交省では建設現場の 生産性を向上させ、魅力ある建設現場 の実現を目指すi-Constructionを推進。



• i-Construction委員会は、H28.4に、「i-Construction~建設現場の生産性革命~」を国土交通大臣へ手交。

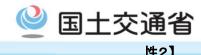
【i-Constructionのトップランナー施策】

- •ICTの全面的な活用
- ・全体最適の導入 (規格の標準化等)
- 施工時期の平準化
- •「ICTの全面的な活用」については、H28年3月に、国土交通省が、土工へのICT活用に必要な基準類を整備。
- i-Construction委員会報告書では、「土工以外への工種への展開」を進める必要がある旨記載。



- ●「世界最先端 I T国家創造宣言」(平成28年5月閣議決定)
 - ・「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、<u>IT等の利活用により生産性向上</u>を図ることで、魅力ある建設現場を目指す取組である<u>i-Constructionを推進</u>。」
- ●「経済財政運営と改革の基本方針2016」(平成28年6月閣議決定)
 - 「ICT等を導入し施工効率を高めるとともに、これらの新技術に対応した技術者・技能労働者の養成を行うなど、建設生産システムの生産性向上のための取組について、KPIの設定及びその達成に向けたプロセス、時間軸を明らかにし、推進する。」
- ●「日本再興戦略2016」(平成28年6月閣議決定)
 - ・「盛り土・切り土などの土工では、ドローン等による3次元データを活用するなど調査・測量から設計、施工・検査、維持管理・更新までの建設生産プロセスにおいてICTの全面的な活用を推進するため、必要となる基準類を本年度より大規模国直轄事業に原則して全面適用する(検査日数を5分の1に、検査書類を50分の1に削減)。」
 - 加えて、中短期工程表へも記載。

2. 技術研究開発の目的



設計、施工、維持管理の各生産プロセスにおいて、土工以外の工種にもICTを本格的に導入することにより、建設現場の生産性向上を目指す。具体的には、各段階において、以下(例)を実現する。

【設計段階】

- ・完成イメージの共有による景観検討、関係者協議、住民説明の円滑化
- ・鉄筋、埋設物等の干渉チェックの確実性向上
- ・工事積算の効率化(2次元図面を介さず直接3次元モデルから数量を算出)

【施工段階】

- ・情報化施工の導入による省力化
- 出来高・出来形管理の迅速化
- 計測結果の見える化による監督検査の効率化

【維持管理段階】

- 3次元データによる不可視部分の可視化
- 設計、施工資料及び点検 補修記録の一元管理による情報の共有、情報検索 の迅速化

3. 研究開発の必要性・緊急性等



緊急性・ニーズ

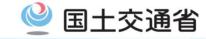
ICTの活用による建設生産性向上を図るためには以下の課題

- ア)ICT活用に必要なデータが標準化されてないため、異なる主体(受・発注者)やプロセス(設計・施工・維持管理)の間でのデータの流通が困難
- イ)施工管理、監督検査等の基準等は、土工を除き、2次元データが前提であり、ICTを活用出来る体制が不十分
- ウ)維持管理段階におけるICTの活用可能性の検証が不十分

これらの課題解決のため、本総プロで、以下の技術開発を図る。

- ①設計段階の3次元化(データ流通を目的とした3次元モデルの標準化)
- ②施工段階でのICTの活用の拡大(土工以外の工種におけるICTを活用した出来形管理・検査に関する要領・基準案の作成)
- ③維持管理段階への I C T の活用 (維持管理における I C T の活用 マニュアルの作成)

4. 研究開発課題



※ 全体像

- ① 設計段階の3次元化
 - ・3次元モデル標準
 - ・3次元CADによる数量算出要領



- 完成イメージ共有
- ・干渉チェックの確実性向上
- •工事積算効率化

②施工段階でのICTの活用の拡大

・ICTを活用した出来形管理・検査に関する要領・基準(土工以外の工種)

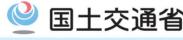


·出来形管理·検査 の効率化

- ③維持管理段階へのICTの活用
 - ・維持管理におけるICTの活用 マニュアル



- •効率的な情報共有、情報検索
- •3次元形状把握による維持管理効率化



性2】

設計段階の3次元化 (データ流通を目的とした3次元モデルの標準化)

【課題及び解決の方向】

- 2次元図面では部材間の干渉チェック、施工手順の確認等が不十分なため、工事段階で手戻りが発生する 場合がある。(施工着手時に修正された設計の不具合の割合は約38%/平成26年度)
- 干渉チェック、住民説明・関係者協議等を円滑化できるよう、必要な納品基準(3次元モデル)を作成する
- 設計、施工、維持管理段階を通した建設プロセスにおいてデータ流通を円滑化し、各建設プロセスでICTを 活用するため、設計段階の3次元化に必要な基準案を作成

【研究内容】

- 3次元設計の現状調査
- 土木構造物の特性に適合した3次元モデル標準案の作成
- 3次元CADによる数量算出要領(案)の作成
- モデル標準案の適用性検証
- 国際標準への対応のための動向調査

【最終的な成果】

3次元モデル標準案

3次元CAD設計データ交換標準

3次元モデル作成標準

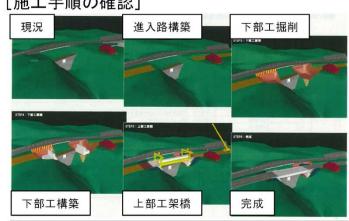
3次元CAD製図基準

3次元CADによる数量算出要領

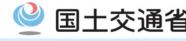
【期待される効果】

- 部材間の干渉チェック、施工手順確認の確実化により設計の不具合、施工の手戻りを防止
- 完成イメージの共有による関係者協議、住民説明の円滑化(CIM試行業務では理解が得やすいとの結果)
- 工事積算の効率化(2次元図面を介さず直接3次元モデルから数量を算出 することにより、数量算出の手間が大幅に減少)

「施工手順の確認]



施工手順を3次元モデルで確認する ことで、問題箇所が把握しやすくなり、 手戻りが防止できる



性2】

- ① 設計段階の3次元化 (データ流通を目的とした3次元モデルの標準化)
- i) 3次元設計の現状調査
 - ▶ 既存の3次元モデル標準案を収集・整理
 - ▶ 先進分野における3次元モデル標準案の導入に関する経緯と現在の実態を調査
- ii)土木構造物の特性に適合した3次元モデル標準案(素案)の作成
 - ▶ i)で調査した3次元設計の現状を参考に、土木構造物の特性に適合した3次元モデル標準案の素案を作成
- iii) 3次元CADによる数量算出要領(素案)の作成
 - ▶ 数量算出の実現に適した3次元モデルと属性を調査
 - ▶ 調査結果を基に3次元モデルを用いた数量算出方法を調査
 - ▶ 数量算出結果の照査方法を調査
- iv)モデル標準案の適用性検証
 - ▶ 実際の工事資料を用いて標準案に則った3次元モデルを作成
 - ソフトウェアを用いて3次元モデルの実用性を検証
 - ▶ 作成した要領案を実際の業務で試行し、3次元モデルの標準案の有用性を検証
 - ▶ 現場試行の結果を踏まえて3次元モデルの標準案を作成
- v)国際標準への対応のための動向調査
 - ▶ 各国の研究機関、コンソーシアム等の民間団体の検討結果、および検討中の資料を収集・翻訳
 - ▶ 調査結果をもとに我が国の対応案を整理

成果:3次元モデル標準案、3次元CADによる数量算出要領

② 施工段階でのICTの活用の拡大

(土工以外の工種におけるICTを活用した 出来形管理・検査に関する要領・基準案の作成)

【課題及び解決の方向】

- 2次元データによる出来形管理・検査には多数の丁張りの設置、多断面での計測立ち会いなど、大きな手間を要している。
- 3次元データによる出来形管理・検査を導入すれば、土工と同様、LS等による面的な対応により、検査日数・書類の削減が期待できる。
- ただし、3次元データを施工段階(出来高管理、検査等)で活用するための要領・基準が未定であるため、その案を作成する。

【研究内容】

- 現場の実態調査とICT活用効果の評価
- 基準・要領等の素案策定
- 実工事現場における適用検証、評価

【最終的な成果】

土木工事施工管理基準(出来形管理及び規格値)の改訂(土工 以外)

UAV等を用いた出来形管理の監督・検査要領(〇〇工編) 策定

【期待される効果】

- 情報化施工の導入による省力化(土工の例: 重機の日あたり施工量が最大約1.5倍)
- 出来高・出来形管理の迅速化(土工の例:検査 日数が約1/5、検査書類が約1/50)
- 計測結果の見える化による監督検査の効率化



出来形管理状況(護岸工)



国交省直轄工事工事費シェア(H26)





② 施工段階でのICTの活用の拡大

(土工以外の工種におけるICTを活用した出来形管理・検査に関する要領・基準案の作成)

- i) 現場の実態調査とICT活用効果の評価
- ▶ 適用工種の別に、国交省発注工事現場における出来形管理・検査を中心に、運用の実態について、ヒアリング調査等により情報収集するとともに、ICTの活用効果を評価する。
- ii)出来形管理・検査基準・要領等の素案作成
- ▶ i)の現場実態調査結果、他工種の基準を参考に、出来形管理・検査基準・要領等の素案を作成する。
- iii)実工事現場における適用検証、評価
 - ii)で作成した基準・要領等の素案を実際の工事で試行(従来型と新基準に基づく結果とを比較)し、基準類適用の妥当性等を検証・評価する。評価結果に基づき、基準・要領等改善案を検討

成果 ・土木工事施工管理基準(出来形管理及び規格値)(土工以外)(改訂)

-UAV等を用いた出来形管理の監督・検査要領(○○工編)(新規)

性2】

③ 維持管理段階へのICTの活用

(維持管理におけるICTの活用マニュアルの作成)

【課題及び解決の方向】

- 特定箇所の点検や補修の検討時に、設計データや点検・補修履歴データが膨大で簡単に把握することが 出来ず、現場での参照も困難。
- 維持管理段階における3次元設計・施工データの活用や3次元計測に関する新技術の活用方法が未定であり、維持管理の効率化の余地が残されている。

【研究内容】

- 維持管理現場の実態調査とICT活用効果の評価
- 3次元モデルと維持管理情報を組み合わせて、点検 箇所の把握や点検・補修履歴等を一元的に参照する 方法の検討
- 最新の計測技術(レーザ測量、UAV測量等)の維持 管理への活用方法(既設構造物の3次元 データの作成方法を含む)の検討
- 維持管理におけるICT活用マニュアルの作成

【最終的な成果】

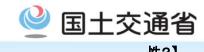
- 維持管理におけるICT活用マニュアル

【期待される効果】

- 設計、施工資料及び点検・補修記録の一元管理による効率的な情報の共有、情報検索の迅速化
- 3次元計測による構造物の効率的な形状把握など 維持管理の効率化



よる効率的な情報共有・情報検索



③ 維持管理段階へのICTの活用

(維持管理におけるICTの活用マニュアルの作成)

- i) 維持管理現場の実態調査とICT活用効果の評価
- ▶ 維持管理の現場における課題の実態について、ヒアリング調査等により情報収集する
- ▶ 維持管理におけるICTの活用事例と活用の可能性を調査するとともに、活用の効果を評価する。
- ii) 3 次元モデルと維持管理情報を組み合わせて、点検箇所の把握や点検・補修履歴等を一元的 に参照する方法の検討
 - ▶ i)の維持管理現場の実態調査結果を参考に、3次元モデルと維持管理情報を組み合わせて、点検・補修履歴等の維持管理情報を一元的に参照する方法を検討し、現場検証を通して有効性を評価
- iii)最新の計測技術(レーザ測量、UAV測量等)などICTの維持管理への活用方法(既設構造物の3次元データの作成方法を含む)の検討
 - ▶ i)の維持管理現場の実態調査結果を参考に、維持管理における3次元計測技術の活用方法を 検討し、現場検証を通して有効性を評価
- iv)維持管理におけるICT活用マニュアルの作成
 - ▶ ii)とiii)の結果を踏まえて、維持管理におけるICT活用マニュアルを作成する

成果:維持管理におけるICT活用マニュアル



注)公共事業企画調整課が対応



本省 大臣官房技術調査課 (主に研究1)3対応)

総合政策局 公共事業企画調整課 (主に研究②対応)

(要領・基準の決定、普及、広報)

BIM/CIM推進 委員会

注)技術調査課が対応

地方整備局等



🚣 国総研

(要領・基準案の作成)

河川研究部 道路構造物研究部

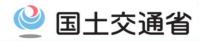


社会資本マネジメント 研究センター

(独)土木研究所

i-Construction推進本部

6. スケジュール



To the second second				
検討内容	H29	H30	H31(R1)	R2
(1)設計段階 の3次元化	 ・3次元設計の現状調査 ・土木構造物の特性に適合した3次元モデル標準案(素案)の作成 ・3次元CADによる数量算出要領(素案)の作成 	・3次元モデル表記標準 (案)の対象工種拡大 ・3次元モデルを対象とした 設計照査方法の検討 ・3次元モデルを用いた数 量算出の試行、数量算出 要領(案)の改定	 ・3次元モデル表記標準(案)の対象工種拡大 ・3次元モデルを対象とした設計照査方法の試行 ・3次元モデルを用いた数量算出と官積算の連携方法(案)の検討 (22.7) 	・モデル事務所等において、3次元モデル表記標準を用いた契約行為や数量算出等を試行し、有効性確認・研究成果の取りまとめ
(2)施工段階 へのICTの活 用の拡大	案作成」「iii)実工事現場 ・R1年度までに、土工以 地盤改良工(浅層・中層 ともに、iii)の検証を実施 ・R2年度には、地盤改良 トンネルエ、橋梁下部エ	場における適用検証、評価外の工種として、舗装工、)、法面吹付工について、はもしている。 とて(深層)、法面工(法枠)において、要領案として整	が果の評価」「ii)出来形管理」の手順により、検討を実施) 浚渫工、土工付帯構造物工 出来形管理要領を整備し、実 、舗装修繕工で出来形管理 備するとともに、iii)の検証を (15.9)	(縁石・側溝工、護岸工)、 工事で運用を開始すると 要領を整備するとともに、 を引き続き実施する予定。
(3)維持管理 段階でのICT の活用	・維持管理に資する情報の調査・維持管理情報を3次元モデル上で一元的に管理する方法の検討(15.5)	・主に橋梁の点検記録 を紐づけるための3次 元モデルの作成方法 の検討(18.3)	・維持管理の結果を3次 元モデル上で管理する 方法案を作成・現場試行するためのマニュアルを作成(12.3)	・モデル事務所の現場試 行を通じて維持管理結果 の3次元モデル上におけ る一元管理手法の有効 性確認 ・研究成果の取りまとめ (6.1)
予算(百万円)	93.5	56.0	50.9	48.4

7. 研究開発の進捗状況・目標達成の見通し(1)



① 設計段階の3次元化 <u>(データ流通を目的とした3次元モデルの標準化)</u>

- データ流通を目的とした3次元モデルの標準化
 - ▶ H29~30年度に、3次元モデルを契約図書として流通させるための標準である3次元モデル表記標準 (案)を策定
 - ▶ H30年度に、3次元モデルによる設計照査・検査のための基準・要領類を策定
 - ▶ H31(R1)~R2年度に、3次元モデルに付与すべき属性情報の検討予定
- 3次元CADによる数量算出方法案の作成
 - ▶ H29~30年度に、土木工事数量算出要領(案)の全工種に3次元モデルに関する記述を追記
 - ▶ H31(R1)年度に、3次元モデルを用いた工事数量算出の手引き(案)を策定
 - ▶ R2年度に、3次元モデルから算出した工事数量と官積算の連動方法を検討予定

② 施工段階でのICTの活用の拡大

- 📕 i)現場の実態調査とICT活用効果の評価
- ii)出来形管理・検査基準・要領等の素案作成
- iii)実工事現場における適用検証、評価
 - ▶ 効果の大きく、計測技術の熟度の高い工種、より順次、i)ii)iii)の手順により研究を進めている。
 - ▶ H31(R1)年度までに、土工以外の工種として、舗装工、浚渫工、土工付帯構造物工(縁石・側溝工、 護岸工)、地盤改良工(浅層・中層)、法面吹付工について、出来形管理要領を整備し、実工事で運用 を開始するとともに、iii)の検証を実施。
 - ▶ R2年度には、地盤改良工(深層)、法面工(法枠)、舗装修繕工で出来形管理要領を整備するとともに、トンネルエ、橋梁下部工において、要領案として整備するとともに、iii)の検証を引き続き実施。

7. 研究開発の進捗状況・目標達成の見通し(2)



③ 維持管理段階へのICTの活用(維持管理におけるICTの活用マニュアルの作成)

- 3次元モデルと維持管理情報の連携
 - ▶ H29~31(R1)年度に、3次元モデルに点検記録等を登録し、効率的に管理する方策を検討
- 最新の計測技術の維持管理への活用方法の検討
 - ▶ H29~30年度に、既存の3次元モデル作成手法を調査・整理
 - ▶ H31(R1)年度に、既存の3次元モデルに点検記録を紐付ける試行を実施・課題整理
 - ▶ R2年度に、試行結果・課題から維持管理現場における検証

研究開発期間 H29~R2年度

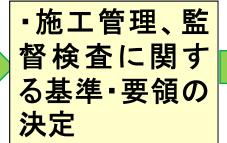
研究開発終了後

研究開発が終了した工種から順次実施

- ・3次元モデル標準
- ・3次元CADによる数量算出 要領
- •土木工事施工管理基準(出 来形管理及び規格値)(土工 以外改訂)
- •UAV等を用いた出来形管 理の監督・検査要領

・維持管理におけるICTの活 用マニュアル

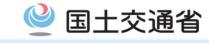
•設計業務共通 仕様書の改正 等



・各事業への展 開検討

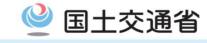
- ●ICT活用による建設 生産性向上
 - ・3次元データの流通
 - •設計の効率化
 - ・施工の生産性の向
 - •維持管理の効率化

9. 事前評価時の指摘事項に対する対応状況(1)



事前評価時の指摘	対応状況
維持管理へ対応できるような、古い図面への ICT化へ対応するような技術への対応をどう 考えているか?	2次元CADを自動3次元モデル化する方法 を研究中、またOCRでスキャンした古い図 面も3次元化検討の予定
河川管理含め、民間の競争的な技術開発が可能となるような対応が重要となるが、どう考えるか?国際的な標準化の際にも配慮いただきたい。	国際標準ISO16739のIFCやISO19650の CDE(情報共有環境)プロセス等をもとに、 LandXML、openGML等の国内データ標準 化の研究を実施
この研究で生産性の向上にどうつなげていくと考えているか?出来形管理が中心になっているように思われるが、実体的な施工に関してICTを活用するための対応は?	生産性向上につながるよう、民間における施工・出来形管理の実態、課題をヒアリング等により明確化の上、課題へ効果的に対応できるよう(かつ生産性向上への阻害となる要因をできるだけ除去できるよう)要領案を作成している。同時に、要領化後にも、同様のプロセスでフォローアップを継続し、必要に応じ、適時、要領の改善を実施している。

9. 事前評価時の指摘事項に対する対応状況(2)



事前評価時の指摘	対応状況
橋梁では労働集約型になっているとの認 識だが、何らかの対応を考えているの か?	データの共有により、データのアクセスや再利用 性の向上を図る
研究内容実施体制を具体的な研究をどこでしているのかが不明確	・センター内、他の研究部や本省、実務者・有識者(BIM/CIM推進委員会(主に①③と対応)、ICT導入協議会等(主に②と対応))とも連携、かつ責任分担を明確化して、研究を実施している。 ・本省では、「研究①③」は技術調査課、「研究②」は公共事業企画調整課が対応。有識者については、BIM/CIM推進委員会は「主に研究①③」と、ICT導入協議会等は「研究②」と対応。
民間の技術を生かすよう、国ではスペックを示すなど最低限の対応をすべき。	ご指摘に沿い、民間の開発意欲を阻害しないよう、 基準類作成に先立ち、有識者委員会等からの意 見も踏まえ、最低限必要な対応のみを規定してい る。