

生産性革命の深化に向けたi-Constructionの取組み

森川博邦・関 健太郎・佐々木政彦

1. はじめに

ICTの活用等により建設生産システムの生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組みであるi-Constructionは、平成27年11月に国土交通省の最重点施策として開始以来、2025年までに建設現場の生産性を2割向上させることを目標として掲げ、「ICTの全面的な活用」、「全体最適の導入」、「施工時期の平準化」をトップランナー施策として様々な取り組みを進めている。

国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、以前から取り組んできた情報化施工や3次元設計に関する知見の蓄積も活かしつつ、ICT活用工事や3次元データの利活用に必要となる要領、基準類の検討をはじめ、i-Constructionの推進に向けた研究に取り組んできた。

本報文では、i-Constructionの施策背景、概要、取組状況及び今後の取組について紹介する。

2. 施策の背景

2.1 建設産業の現状と課題

激甚化する気象災害や切迫する巨大地震に備えた防災対策、インフラの老朽化対応等、「地域の守り手」である建設業の持続的な育成・確保は不可欠であり、我が国の国際競争力向上に向けた新たな社会資本整備など重要な役割も求められる。

しかしながら、図-1に示すとおり、建設業は他産業と比べ就業者の高齢化が進んでおり、今後10年以内に生じる大量退職や技術継承が課題となっている。一方、建設業は他産業と比べて労働時間が長く、休日が少ない、給与水準も低いなど、就労の魅力に劣る部分があり、「きつい、汚い、危険」と言われた3Kから、「休暇、給与、希望」の新3Kに転換し、新規就労促進を図っていくことが必要となっている。

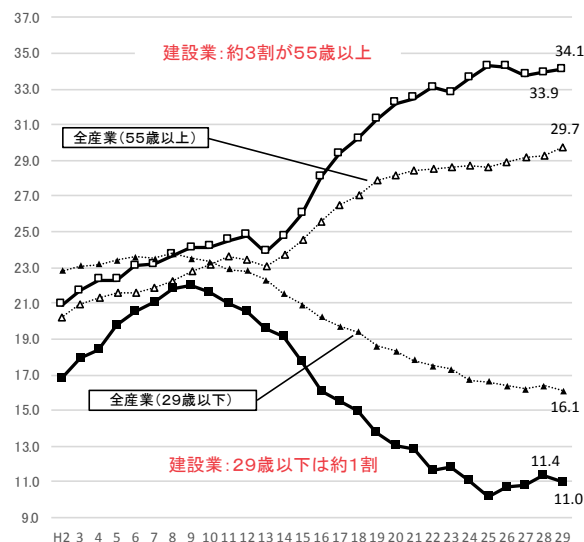


図-1 建設業就業者の高齢化の進行

2.2 生産性とi-Construction

生産性は、経済学では投入量（input）と産出量（output）の比率とされ、産出量として生産量を用いる物的生産性と、付加価値額を用いる付加価値生産性があり、指標として労働生産性を用いる場合、以下の式で表される¹⁾。

$$\text{労働生産性} = \frac{\text{生産性または付加価値額}}{\text{労働投入量}}$$

一方、生産性には労働投入量だけでなく資本投入量も関係するため、全要素生産性（Total Factor Productivity：TFP）という概念も用いられる。全要素生産性をA、産出量（生産量または付加価値額）をY、資本投入量をK、労働投入量をLとすると以下の式で表される²⁾。

$$A = \frac{Y}{F(K,L)}$$

$F(K,L)$ を生産関数といい、資本と労働の投入量を表す関数である。生産性向上に大きな役割を果たすのが技術進歩（技術革新のみならず資産の有効活用や労働能力向上も含む。）であり、技術進歩により $F(K,L)$ の変化率に対しYの変化率が上回ることで生産性の向上である。なお、Yのうち付加価値額は、売上より原材料費、外注費、製造経費等を控除したもので、人件費、運営費、減価償却、租税公課、利益等を含む。従って、賃金水

Efforts of 'i-Construction' for Deepening Productivity Revolution

準低下による人件費削減は生産性向上に当たらず、下請への外注費削減（下請けのYが減少）は、建設業全体としての生産性は向上しない。

他産業の生産性が向上する中、建設業の生産性は停滞しているとされ、原因として建設業の特殊性（単品受注生産等）、工事単価の下落、建設投資減少局面において労働力の調整がなされなかったこと等が指摘されている^{3),4)}。今後、労働人口の減少が見込まれる中、i-Constructionにより、ICTやAI等の新技術を活用し、従来効率化が難しかった現場での非定型作業も含め、プロセス全体を見据えた人材L、資産Kの効率的活用が実現できれば、工事量Yを維持しつつ省人化と休日拡大を図り、生産性向上と働き方改革双方の実現に資することが期待できる。

3. i-Constructionの取り組み状況

3.1 i-Constructionの全体像

i-Constructionは、図-2に示すとおり、測量から設計、施工、維持管理に至る建設プロセス全体を3次元データで繋ぐことを基盤として、建設に

関する全てのプロセスの高度化を目指すものであるが、前述したとおり、「ICTの全面的な活用」、「全体最適の導入」、「施工時期の平準化」をトップランナー施策として先行して取り組んでいる。以下にこれらの取組状況を概説する。なお、3次元データの利活用については、本号論説を参照されたい。

3.2 ICTの全面的な活用

レーザースキャナーやUAV写真測量など新たな計測機器・装置による3次元起工測量や3次元設計データ作成、ICT建設機械による施工、3次元出来形管理等を行うICT活用工事が、平成28年度から土工工事に導入され、平成30年度までに舗装工や浚渫工に対象工種を拡大した（図-3）。

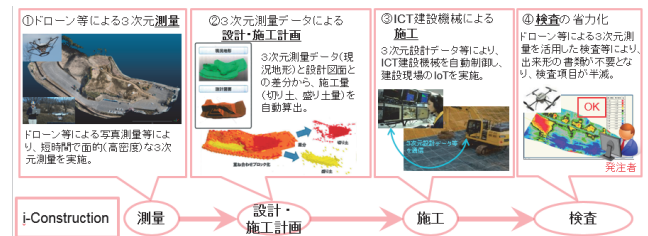


図-3 ICT土工

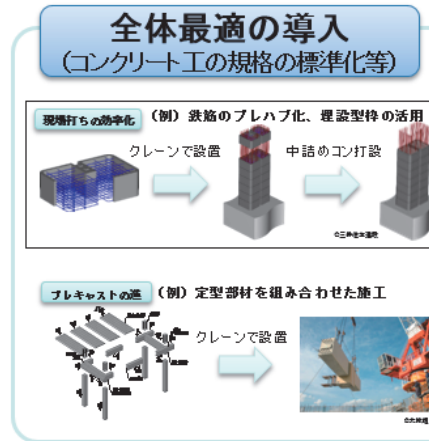
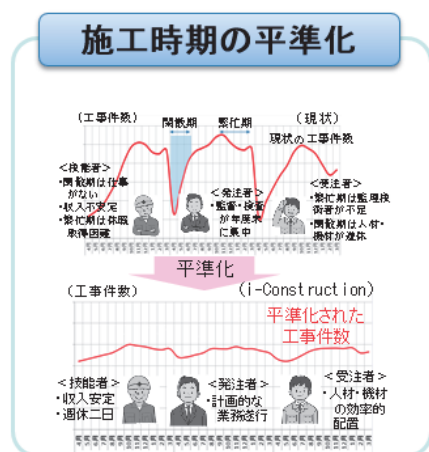


図-2 3次元データの利活用とトップランナー施策

直轄工事におけるICT活用工事(ICT土工)実施件数を見ると、平成29年度は平成28年度に比べ件数が増えるとともに、工種拡大した舗装工事や浚渫工事においても実施されている。また、地方公共団体においてもICT土工の実施が増えてきている(表-1)。

工種	平成28年度		平成29年度	
	公告件数	うちICT実施	公告件数	うち、ICT実施
土工	1,625	584	1,952	815
舗装工	-	-	201	79
浚渫工	-	-	28	24

工種	平成28年度		平成29年度	
	ICT実施件数	公告件数	うち、ICT実施	公告件数
土工	約80	約870	約300	約870

表-1 ICT活用工事実施状況

契約方式では、発注者指定型、総合評価方式である施工者希望I型、受注者提案によりICT活用の変更を行う施工者希望II型があり、施工者希望I型においては7割以上の割合でICT活用工事として実施されている(表-2)。

□ H29年度ICT土工の公告・契約済み工事における契約方式別のIoT実施率

ICT土工	平成29年度 ICT土工対象工事			合計
	発注者指定型	施工者希望I型	施工者希望II型	
公告工事件数	146	533	1,273	1,952
うちICT実施工事件数	146	410	259	815
実施率	100%	77%	20%	42%

□ H29年度ICT舗装工の公告・契約済み工事における契約方式別の実施率

ICT舗装工	平成29年度 ICT舗装工対象工事			合計
	発注者指定型	施工者希望I型	施工者希望II型	
公告工事件数	14	53	134	201
うちICT実施工事件数	14	38	27	79
実施率	100%	72%	20%	39%

表-2 契約方式別ICT活用工事実施率

3.3 全体最適の導入(現場施工の効率化)

構造物の設計では、建設現場毎に最適化を図る部分最適の考え方に基づく設計が基本となっているが、当該建設現場では最適でも一連の事業区間や全国レベル等で考えると必ずしも経済的に最適とならない場合がある。土木構造物の代表的な工種であるコンクリート工において全体最適の考え方を導入し、現場打ち、プレキャスト(工場製品)それぞれの特性に応じ、施工の効率化を図る技術の普及により、コンクリート工全体の生産性向上を目指している。

国総研では、現場作業省力化や工期短縮のメリットを有するが、現場打ちと比べて一般的に直接工事費が割高となり、設計段階で不採用となるケースが見られるプレキャスト製品の評価手法について研究を行っている。コンクリート構造物の比較設計に際して、本体工事費以外の項目をどの

ように評価しているかを地方整備局の事例に基づき調査し、コストとして積み上げ可能な項目(仮設工、交通管理工、残土処理工、構造物の詳細設計費、共通仮設費等)を抽出、整理した。

検討成果の一部は、本省から地方整備局等に通知された「予備設計段階等におけるコンクリート構造物の比較案作成に当たっての留意事項」に反映され、平成29年度から運用されている。

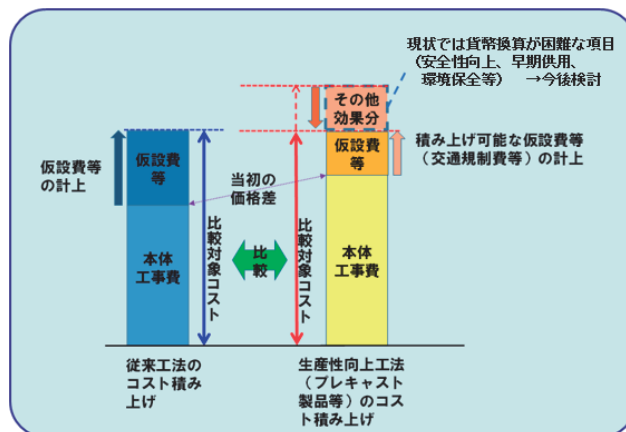


図-4 プレキャスト技術と比較する際のイメージ

3.4 施工時期の平準化

年度末を工期末とする既成概念から脱却し、早期発注や国庫債務負担行為(2カ年国債やゼロ国債)等の適切な活用や、工事施工に必要な日数や休日を適切に確保した工期設定等により、公共工事の施工時期を平準化することで、人材や機材の効率的な活用による生産性の向上や労働環境等の改善が可能となる。

国総研においては、適切な工期設定を支援するために導入されている工期設定支援システムの改良を図るため、工程データを解析し、より実情を反映した工期設定を可能とする手法、AIや最新の計測技術を活用した現場データ取得と工事関係書類の解析による現場施工の効率化や安全性の向上等について研究を進めている。

4. 今後の取組

4.1 政府の動き

「第5期科学技術基本計画」(平成28年1月22日閣議決定)において、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会「Society5.0」の推進が位置づけられた。

さらに、「統合イノベーション戦略」(平成30年6月15日閣議決定)において、Society5.0実現

に向けたデータ連携基盤の整備を進めることとされ、インフラ分野においては、インフラデータのオープン化、ITベンチャー企業等も含めたオープンイノベーションを加速し、i-Constructionの深化等による生産性向上を図るため、国、地方公共団体、民間のデータを連携させるインフラデータプラットフォームを整備するとされた。

上記政府の決定も踏まえ、建設分野におけるSociety5.0を実現するため、i-Constructionの取組の深化が求められている。

4.2 i-Constructionの深化に向けた取組

4.2.1 建設生産システム全体への拡大とプロセス間情報連携

ICT活用工事の対象工種拡大や、維持管理分野での導入により、i-Constructionを建設生産システム全体へ拡大を図り、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新に至るプロセス全体を通じた情報流通と情報共有を可能とする枠組みの構築に取り組んでいる。これにより、フロントローディング（初期の工程において集中的に検討し、後工程で生じる仕様変更や手戻りを未然に防ぐ。）や、コンカレントエンジニアリング（複数の工程を同時並行で進め、情報共有や共同作業を行い期間短縮やコスト削減を図る。）の実践等が期待できる。

4.2.2 多様な分野と連携した研究開発手法の導入

ICT等最新技術を活用した研究開発の推進には、異分野を含めた産学官、ベンチャー等幅広い主体を巻き込んだ開発（オープンイノベーション）、公共機関が保有するデータを公開することで研究開発を促す（オープンデータ）といった新たな手法も取り入れることが有効と考えられる。そのため、データ提供し活用する基盤の検討や、新技術

を公募し現場で試行するフィールドの提供、現場のニーズと開発者のシーズのマッチング等の取組を実施している。

5. おわりに

i-Constructionは、生産性向上策にとどまるものではなく、建設生産システムを再構築し、建設産業が最先端の魅力ある産業として生まれ変わるために重要な施策である。国総研としても、様々な主体と連携を図りつつ、i-Constructionの推進に向けた研究開発に取り組んで参りたい。

参考文献

- 1) (公財) 日本生産性本部HP、生産性とは
<https://www.jpc-net.jp/movement/productivity.html>
- 2) 川上淳之：生産性が高まるには？－経済学がデータから明らかにした方法－、(公財) 日本生産性本部、生産性レポートVol.1、2016
<https://www.jpc-net.jp/study/sd1.pdf>
- 3) (一社) 日本建設業連合会：建設業ハンドブック2018
<https://www.nikkenren.com/publication/handbook.html>
- 4) 小池淳司、和田成夫：我が国の建設産業と技術進歩－全要素生産性を用いて－、土木学会論文集F4（建設マネジメント）、Vol.69、No.4、2013
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejcm/69/4/69_I_265/_pdf/-char/ja

森川博邦



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施工高度化研究室長
Hirokuni MORIKAWA

関 健太郎



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システム研究室長
Kentaro SEKI

佐々木政彦



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建設マネジメント研究室官
Masahiko SASAKI