

i-Construction 等の取組みによる 生産性向上効果の定量評価手法の検討

平川 雄太¹・山口 悟司²・市村 靖光³・堤 達也⁴

^{1,2,4}正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: ¹hirakawa-y924a@mlit.go.jp, ²yamaguchi-s22ac@mlit.go.jp, ⁴tsutsumi-t92ta@mlit.go.jp

³非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: ichimura-y92pi@mlit.go.jp

少子高齢化に伴う労働人口の減少に対応するため、建設現場の生産性向上に向けて i-Construction 等を始めとする様々な施策に取り組んできた。これらの施策・取組による生産性の向上に関しては、「物的労働生産性」を指標とし、建設現場全体まで含めたより広い単位で定量的に評価することが重要である。本稿では、工事の積算実績データを活用し、土木工事全体を含めたマクロ的な視点で物的労働生産性を評価する方法について検討した結果を報告する。

Key Words: i-Construction, labor productivity, evaluation method, engineering estimation data

1. はじめに

平成 28 年 9 月の未来投資会議において、建設現場の生産性を令和 7 年度までに 2 割向上を目指す方針が示され、i-Construction を始めとする様々な取組・施策がなされてきた。ここで生産性とは、一般に「投入量 (input) に対する算出量 (output) の比」で定義され、労働者数や労働時間を投入量の単位とする「労働生産性」は、算出量に面積、長さ、重量、個数等の物量を用いる「物的労働生産性」と、算出量に付加価値額を用いる「付加価値労働生産性」に分けられる¹⁾。これまでより少ない人数・工事日数で同じ工事量の実施を実現するという建設業の共通目標を鑑みると、i-Construction 等の取組による建設現場の生産性向上は「物的労働生産性」で評価することが重要と言える。しかし、生産性向上に係る取組の評価については、一作業・一現場を対象とした取組前後の比較に留まっている場合が多く²⁾、建設業全体まで含めたより広い単位での物的労働生産性の評価は十分になされていないのが現状である。

本稿では、生産性に関する施工量 (算出量) や人工 (投入量) の情報が得られる工事の積算実績データを活用し、土木工事全体を含めたマクロ的な視点で労働生産性を定量評価する方法について検討した結果を報告する。

2. 積算実績データの概要

国土交通省では、年間約 1 万件の土木工事が発注されており、各工事の積算の成果である設計書データが存在する。設計書データは、積算基準や工事工種体系ツリー (図-1) 等で定められた工事費の費用構成や工事内容の構成項目に従って作成され、費用や歩掛 (労務・機械・材料等の所要量等) の情報等が整理されている。国土交通省では、直轄工事の設計書データを蓄積してデータベース化しており、データベースから必要な統計量を抽出し、集計・分析等を可能とするツールを開発している³⁾。

今回は、過去の設計書データから Lv4 (細別) 単位の施工数量及び労務数量 (人工) のデータを抽出し、これらを用いて労働生産性を評価する方法を検討した。

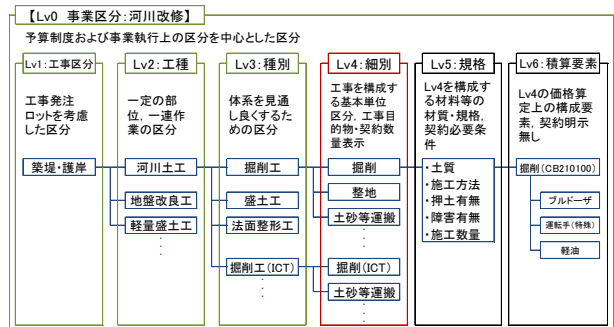


図-1 工事工種体系ツリーの例

表-1 施工量・人工の集計結果と労働生産性の比較

細別	平成27年度			令和3年度				労働生産性			
	工事件数 (件)	施工量 (m3 or m2)	人工 (人・日)	工事件数 (件)	施工量 (m3 or m2)	うち、ICT施工	割合	人工 (人・日)	平成27年度	令和3年度	向上割合 (R3/H27)
掘削	3,439	28,509,096	140,799	3,302	31,435,700	12,590,520	40.1%	124,930	202.5	251.6	24.27%
路体（築堤）盛土	2,821	21,720,747	278,588	2,553	20,330,122	13,378,045	65.8%	219,243	78.0	92.7	18.93%
路床盛土	901	1,468,863	29,048	782	1,268,800	717,717	56.6%	24,075	50.6	52.7	4.22%
法面整形	2,700	8,097,815	165,064	2,605	7,682,588	4,800,732	62.5%	113,098	49.1	67.9	38.46%
下層路盤 (車道・路肩部)	2,174	5,024,932	34,897	2,077	4,607,561	883,913	19.2%	37,481	144.0	122.9	-14.63%
上層路盤 (車道・路肩部)	1,368	3,273,546	23,764	1,325	2,888,165	441,674	15.3%	21,590	137.8	133.8	-2.89%

※ICT不陸整正は件数が少ないため除外

3. 積算基準を活用した労働生産性の評価

i-Construction 導入以降、ICT 土工を始めとする ICT 施工の実績が多く積み上がってきた。これらの施工実態を踏まえ、令和3年度時点で計7種（掘削、法面整形等）のICT施工の積算基準が制定されている。

本章では、生産性向上に係る各施策・取組のうち、積算基準に反映された取組等による労働生産性の向上について、ICT 施工を例に評価方法を検討する。

(1) 評価方法

ICT 施工導入以前の平成27年度、導入後の令和3年度それぞれの積算実績データを対象に、通常施工・ICT 施工の数量及び人工を抽出・集計し、物的労働生産性（施工量÷人工）を算出・比較することで、ICT 施工導入による細別全体での生産性向上を評価する。

(2) 試算結果

物的労働生産性の向上割合を算出した結果を表-1に示す。土木工事の掘削全体で24.3%、路体（築堤）盛土全体で18.9%労働生産性が向上したとの試算結果であった。細別間で比較すると、ICT 施工の導入状況と生産性向上割合の大小関係は必ずしも一致しておらず、例えば路床盛土では、全体の5割以上がICT 施工であるにもかかわらず4.2%の生産性向上に留まっている。

図-2には、通常施工とICT 施工それぞれの労働生産性を比較した結果を示す。通常施工と比べてICT 施工の労働生産性は高いが、路床盛土や下層路盤（車道・路肩部）では、令和3年度に通常施工の労働生産性が低下している。図-3には、通常施工の積算条件（現場条件）を整理した結果を示す。掘削では大きな変化は無いが、路床盛土では施工幅員が狭い条件の割合が増加しており、通常施工の生産性が低下した要因と言える。

本手法により算出される生産性向上割合は、工事現場毎の数量・条件等の違いが加味された上での全体的な労働生産性の変化を示している。例えば前述の路床盛土で

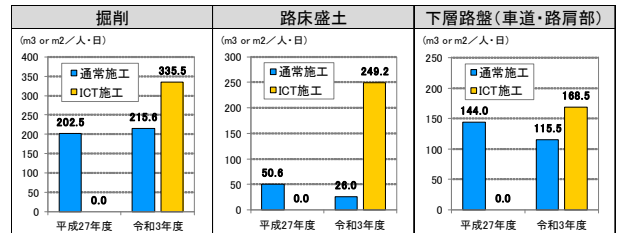


図-2 通常施工とICT 施工の労働生産性の比較

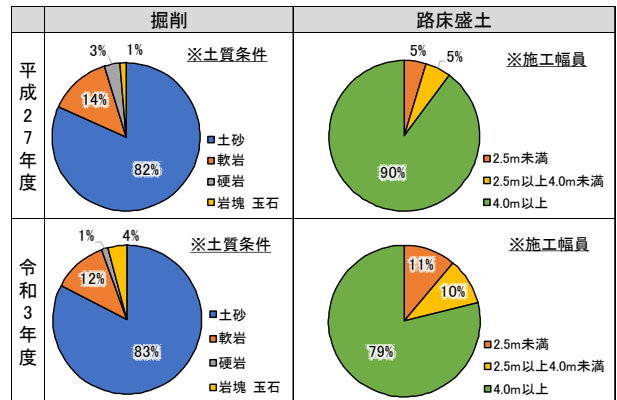


図-3 通常施工における積算条件（現場条件）の比較

は、通常施工部分で見ると現場条件の違いから生産性が低下しているが、ICT 施工が全体の56.6%に導入されたことにより、路床盛土全体の労働生産性が引き上げられ、生産性向上に繋がったと評価できる。

(3) 考察

積算実績データから抽出した施工量・人工のデータから、細別単位での物的労働生産性を定量的に評価することができた。実際の施工データではないが、施工実態を踏まえて制定された積算基準に則った分析であり、ある程度の妥当性が担保された数値であると言える。本手法では、ICT 施工等の導入による労働生産性の変化を、数量・現場条件の違い等を含めて全体的に数値化して把握できるとともに、現状では生産性が向上していない条件等を明らかにすることができ、今後の技術開発の方向性等を検討する上で有用な情報となり得る。一方、積算基準はあくまで標準的な施工を前提とした数値であり、厳密には実現場との乖離がある点に留意する必要がある。

表-2 生産性向上効果の評価対象例として選定した施策・取組の内容

No	工種	技術名称	技術概要	積算実績データの対象種別・細別 (x' b)	一現場当りの効果 ^{※2} (人工等削減率)	出典
1	土工	マルチコックビットシステム	複数の建設機械の遠隔操作を可能とするシステムであり、機械土工(敷均し、転圧等)の作業時間が短縮。	[整地]・[押土]	作業時間 60%削減	PRISM ^{※1}
2	土砂等運搬	工事用車両の運行管理システム	スマートフォン等を用いた工事用車両の運搬計画・運行管理の支援システムにより、ダンプトラックの現場発生土運搬が効率化。	[土砂等運搬]・[軟弱土等運搬]・[土砂等運搬(砂防)]	作業時間 14.8%削減	日本建設業連合会 NETIS
3	トンネル	ロックボルト自動施工システム	仕様・規格、施工管理基準を満たしたロックボルトを自動打設することで、一連の作業を機械化し、ワンオペでの施工が可能。	[掘削]・[支保]	サイクルタイム 25%削減	日本建設業連合会
4	コンクリート	建設用3Dプリンタ ^{※3}	建設用3Dプリンタでコンクリート構造物を造形することで、型枠作業が不要となり、現場打ちコンクリート作業が効率化。	[場所打擁壁工]・[場所打水路工]・[場所打函渠工]・[現場打躯体工]	作業人工 47%削減	PRISM ^{※1}
5	維持修繕	遠隔化操縦による機械除草	肩掛け式の草刈り機による除草作業を、ラジコン式草刈り機等を用いて遠隔操作等を行うことで、除草作業が省人化・効率化。	[堤防除草(複合)]・[除草]・[道路除草(複合)]	作業人工 72.3%削減	関東地方整備局 NETIS

※1) PRISM: 官民研究開発投資投資拡大プログラム(平成30年度~令和4年度) ※2) 試行結果等として公表されている数値 ※3) 建設用3Dプリンタの対象人工(x' b)はLv3(種別)単位で集計

4. 個別施策の導入による生産性向上効果の評価

本章では、3章で示したような既に積算基準に反映された施策以外に、個別の施策・取組が建設現場に導入されることにより、土木工事全体に与える労働生産性の向上効果の評価する方法について検討する。

(1) 概要

「これまでと同じ現場条件で同じ工事量の実施を実現する」(式(1)で $m_a = m_b$) と仮定した場合、個別施策・取組の前後における物的労働生産性の増減は、労働投入量(人工)の比で計算され、以下のように変換できる。

$$Y = \frac{y_a}{y_b} = \frac{m_a/x_a}{m_b/x_b} = \frac{x_b}{x_a} = \frac{1}{1 - \delta x/x_b} \quad (1)$$

ここで、Y: 労働生産性の向上割合、y: 物的労働生産性 (y_a : 取組後、 y_b : 取組前)、m: 施工量 (m_a : 取組後、 m_b : 取組前)、x: 人工 (x_a : 取組後、 x_b : 取組前)、 δx : 取組による人工削減数である。すなわち、施策・取組の導入前に要している人工 (x_b) と、施策・取組により削減される人工 (δx) が把握できれば、物的労働生産性の向上割合を算出することが可能となる。

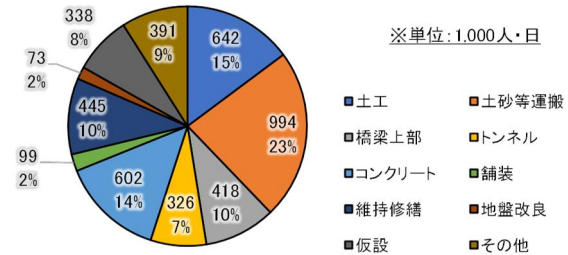
(2) 対象とする施策・取組

生産性向上効果の試算対象例として選定した施策・取組を表-2に示す。前述の通り、物的労働生産性の向上割合の算出には人工削減量 (δx) を計算する必要があるため、一作業・一現場当たりの生産性向上効果(人工等の削減率)が数値化されているものを選定した。

(3) 評価方法

a) 施策・取組導入前の人工

施策・取組導入前の人工 (x_b) は、令和3年度の積算実績データから抽出した人工にて設定する。令和3年度発注の全土木工事(港湾・空港関係除く)を対象に、Lv4単位の人工を集計・分類した結果を図-4に示す。



※交通誘導員、電気通信技術者等を除く

図-4 土木工事(港湾・空港関係除く)全体の人工集計結果

「遠隔化操縦による機械除草」が20%の工事で導入された場合の維持修繕工における生産性の評価例

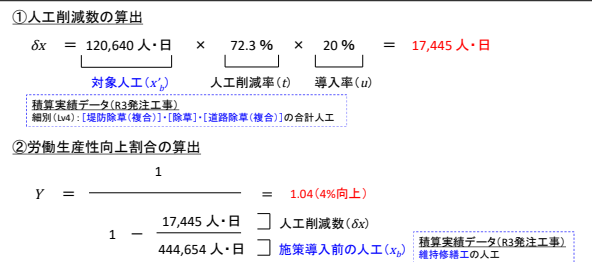


図-5 労働生産性向上割合の算出例

b) 施策・取組導入による人工削減数

各施策・取組を導入することによる建設現場の人工削減数 (δx) は、対象分の人工に対して、表-2に示す人工等の削減率、及び各施策・取組が全土木工事に対してどの程度導入されているかを示す施策等導入率を掛け合わせることで算出する。具体の算出式を以下に示す。

$$\delta x = x'_b \times t \times u \quad (2)$$

ここで、 x'_b : 対象となる人工、t: 人工削減率、u: 導入率である。

c) 生産性向上割合の算出

前述の方法による人工削減数、生産性向上割合の算出例を図-5に示す。

(4) 試算結果

表-2に示す各施策・取組の導入による当該工種全体での生産性向上割合の試算結果を図-6に示す。例えば土木工事全体の50%に各施策・取組を導入した場合、土工全体で1.7%、トンネル工全体では7.2%労働生産性が向上

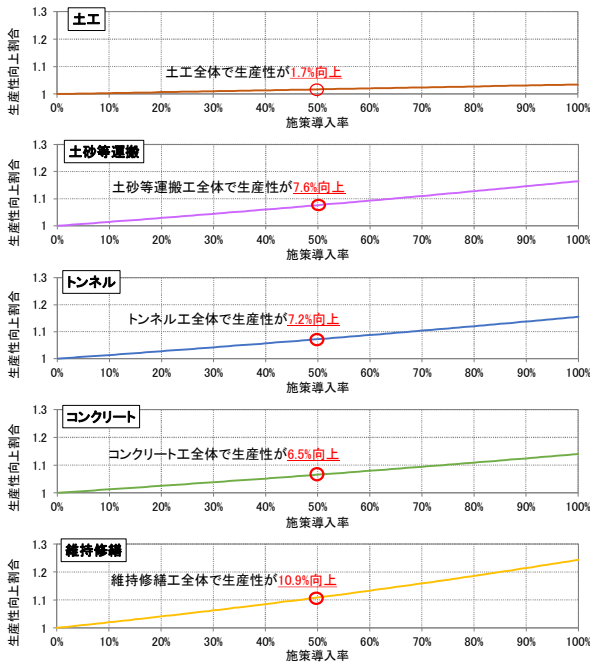


図-6 工種全体での生産性向上効果の試算結果

するとの試算結果であった。本手法により、各施策・取組の導入状況と生産性向上の関係を数値化することができ、施策目標等を設定する際の指標の一つとして活用すること等が期待できる。

図-7には、表-2に示す5つの施策・取組の導入による土木工事全体での生産性向上割合の試算結果を示す。基準となる施策・取組導入前の人工 (x_0) に土木工事全体の人工を設定することで、土木工事全体での生産性向上の評価が可能となる。また、個別施策・取組の人工削減数 (δx) を積み上げることで、複数の異なる施策・取組を考慮した生産性向上効果の評価も可能である。

(5) 考察

積算実績データの人工の情報と施策等の導入率の考え方から、工種全体あるいは土木工事全体での生産性向上効果を数値化することができた。同一条件・同一工事を前提とした評価方法ではあるが、土木工事全体まで含

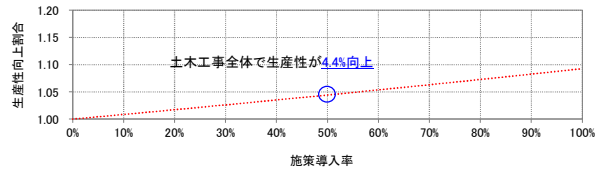


図-7 土木工事全体での生産性向上効果の試算結果

めたマクロ的な観点での物的労働生産性の評価が可能である。一方、評価精度は各施策・取組の人工削減率に依存しており、人工削減率の設定方法によっては過大又は過小評価となり得ることが課題である。また本手法の評価対象は、試行等により現場単位での人工削減率が把握できているものに限定される点に留意する必要がある。

5. おわりに

積算実績データの活用により、建設現場の生産性向上に係る施策・取組による物的労働生産性の向上効果をマクロの視点で定量的に示すことができた。本稿で提案した2つの手法は、いずれも生産性向上効果を評価するものであるが、評価の対象や内容が異なるため、目的に応じて適切な評価方法を選定することが重要と言える。現時点では提案手法による試算に留まっており、今後は経年分析等を含めたより詳細な検討を進める予定である。

REFERENCES

- 1) 公益財団法人日本生産性本部：生産性の定義、<https://www.jpc-net.jp/movement/productivity.html>
- 2) 森木亮, 大野正人, 小黒章二, 岩波光保, 泉誠司郎, 加藤訓生：港湾浚渫工事への ICT 導入による生産性向上の評価方法に関する基礎的研究, 沿岸域学会誌, Vol.31, No.3, pp.17-27, 2018.
- 3) 木村俊介, 細田悟史, 堤達也：積算実績データ分析ツールの開発及び分析事例の紹介, 第 41 回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, 2023.

(Received May 16, 2024)

(Accepted July 23, 2024)

A STUDY ON THE QUANTITATIVE EVALUATION METHOD OF PRODUCTIVITY IMPROVEMENT EFFECT BY I-CONSTRUCTION

Yuta HIRAKAWA, Satoshi YAMAGUCHI, Yasumitsu ICHIMURA and Tatsuya TSUTSUMI

In order to address the issue of labor shortage due to declining birthrate and aging population, various policies, such as *i-Construction*, were conducted towards productivity improvement at construction sites. When we evaluate the effect by *i-Construction*, it's important to evaluate physical labor productivity of the total construction sector quantitatively. In this paper, we considered the quantitative evaluation method of physical labor productivity of the construction sector by using engineering estimation data (production volume and labor input).