

リーンマネジメント実装による 建設生産システム高度化の研究

立命館大学経営学部 教授 善本哲夫
立命館大学理工学部 教授 建山和由

概要：

深刻化する生産年齢人口減を背景に、就業者不足・高齢化に悩む中小建設業者の労働生産性・付加価値生産性向上に寄与する仕組みづくりによって、業者自身による施工プロセス進化サイクルの確立を支援することが本研究の目的である。映像データの活用を基軸に、リーンマネジメント及び改善方法論と情報化施工の有機的統合による建設現場の生産性向上モデル構築を目指している。建設業には十分に引き出せていない就業者や現場のポテンシャルが存在するはずである。本研究の社会的な貢献は、これまで生産性向上や現場改善に取り組む機会がなかった、また機運に恵まれなかった建設業の現場において改善意欲や生産性向上への意識を高めていくことである。リーンマネジメント実装によって持続的な生産性向上のサイクルを回すことが可能となれば、中小建設現場が自律的・能動的に「働き方改革」を自ら推進する機運・流れを創り出すことができると考えている。

キーワード：リーンマネジメント, 改善, 生産性, ICT, V-Construction,

1. はじめに

(1) 研究目的

本研究は深刻化する生産年齢人口減を背景に、就業者不足・高齢化に悩む地方圏中小建設業者の労働生産性・付加価値生産性向上に寄与する仕組みづくりによって、業者自身による施工プロセス進化サイクルの確立を支援することを目的としている。担い手不足、建設投資減少への対応で建設 ICT の期待は大きく、それらを利用した建設施工の高度化が目指されてきた¹⁾。i-Construction を契機に建設業界での ICT の導入が進みつつあるが、日本の公共事業の 3/4 を占める地方公共団体の中小規模の工事ではまだ普及が進まない状況にある。この状況を打開するために、従前の施策だけでは不十分で、中小規模の工事でも ICT を適切にかつ効果的に導入することのできる仕組みづくりが急務となっている。

こうした潮流を受け、本研究は中小建設業者の継続的な能力構築に向けて「映像データ活用」に着目し、リーンマネジメント及び改善方法論と情報化施工の有機的統合による建設現場の生産性向上モデル構築を目指す。

論点は次の通りである。製造業にみる中小企業においても、デジタル技術導入は積極的に推進されてきた。しかしながら、何を、どのように変革するのか、その目的が明確

にならないままシステムやデジタル技術を導入した結果、活用されないまま低稼働率に陥るケースも見受けられる²⁾。こうした先例を踏まえながら、適切に建設 ICT の使いこなすことができるマネジメント手法の確立によって、地方中小建設業者の建設生産システムの高度化に貢献する仕組みづくりを構築することが、本研究のターゲットである。

(2) 製造業以外にみる改善を通じた生産性向上

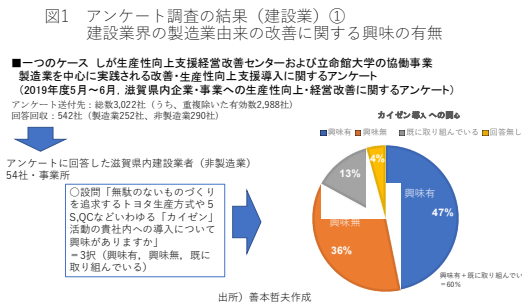
非製造業の「カイゼン活動」等のノウハウを活用した生産性向上への取り組みが加速度的に進んでいるといつてよい³⁾。本研究では、海外におけるリーンコンストラクションの考え方や展開⁴⁾⁵⁾⁶⁾や、筆者らが改善導入の実証実験を実施したサービス業(旅館、スーパーマーケット、道の駅)のケース精査、非製造業での先行ケース⁷⁾を参考に、建設工事の緒作業を付加価値作業、付随作業、ムダの3つに分類する試みを進めている。

ICT を現場へ闇雲に導入しても、必ずしもその効果が得られるとは限らず、所定の効果が得られるよう適切な導入方法を探らなければならない。このことは建設業に限らず、製造業でも同様である⁸⁾。i-Construction の推進で一番重要なことは、課題抽出とその改善のための検討である。建設生産システムの高度化にとって、単に ICT を導入しただけで効果が得られるというわけではなく、自らの課題抽出

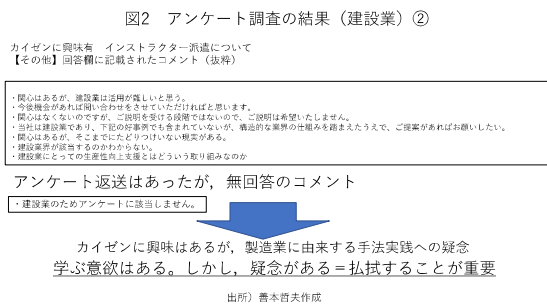
とそれをいかにして改善するのかという検討プロセスが不可欠と言える。

2. 建設分の改善への期待-滋賀県のケース

2019 年度に滋賀県との共同研究として、「第3次産業における生産性向上支援手法の調査研究」で滋賀県下の製造業を含む、企業・事業所に生産性向上や改善に関するアンケートを実施した。アンケートの送付先は総数3,022社(うち、重複除いた有効数2,988社)で、542社(製造業252社、非製造業290社)より回答を得た。この調査を活用し、アンケートのうち建設業からの回答を抽出し、動向や考え方について整理した(図1)。



改善に興味関心が強いことが窺える。他方、図2では、製造業由来の生産性向上手法に対して懐疑的であることも窺える。こうした疑念は、特にリーンマネジメントを短期的なコスト削減手段として実装することで強くなることが予想される。そのため、リーンマネジメント及びその実践ツールを実装する場合、現場への丁寧な意図の伝達と協力への呼びかけが導入側に求められてくる。



3. V-Construction コンセプトの活用と改善

リーンマネジメントを効果的に実現するために効果があると考えられる ICT ツールとして、環境風土テクノ、堀口組、可児建設を中心に研究開発が進められ、最近注目を集めている遠隔臨場コミュニケーションシステムである「Visual Construction」のコンセプト及びシステムに着目し、その活用を検討した。本研究では、映像データを効果的に活用するリーンマネジメント及び作業改善アプローチの実証実験に向けた調査を実施し、その導入効果を検

証、評価する作業を行った。

データの分析・解析による現場検証、アーカイブ化による後発工事の事前検討、社員の技術教育、検査業務の軽減など、映像活用への期待は高まっている⁹⁾。そして、作業のムダ、そしてムリ、ムラも排除し、また、付帯作業の合理化・効率化によって正味作業比率を高めていくという、改善活動による生産性向上の基本的考え方を導入し、実践するためには、建設作業を記録、測定、分析することが不可欠であり、そのツールとして、映像データの活用をフォーカスする V-Construction の仕組みはリーンマネジメント実装にとって強力な武器となる。

しかしながら、現状では課題もある。図3は大学キャンパスでの検証作業の風景である。当該作業を通じて、映像データ活用をリーンマネジメント実装と有機的に統合させるための改善点を探った。主たる改善点として重視したのは、以下のことである。第1は、PCの操作、通信環境の整備、映像データ機材のハンドリングなどについて、より簡易な運用・操作に向けたシステム全体の改良である。セッティングや運用で手間取ることも多く、デジタル技術や ICT の運用や活用になじめない現場や企業では V-Construction の導入に躊躇する懸念が生まれかねない。そのため、より簡易で、操作の容易性を高めるといった改良を続けていく必要がある。第2は、V-Construction の運用自体にヒューマンエラーやヒヤリハットを誘発するリスクも潜んでいることが明らかになったことである。映像データ収集自体が「ながら作業」になりかねない。映像データの記録作業や通信作業など、システム操作に意識が集中するあまり、作業者自身の周辺への注意がおろそかとなるリスクがある。いわば、「歩きスマホ」と同じく、転倒などのリスクがつきまとう。特に現場環境を考えると、道路での歩きスマホ以上に危険な状況を生みかねない。

こうしたリスクを回避するために、V-Construction コンセプト運用のガイドラインをしっかりと作成し、現場で徹底する必要がある。

図3 V-Constructionの検証(大学キャンパス内)



4. 建設工事におけるムダ・ムリ・ムラの洗い出し

(1) 作業の分類

本研究では、図4にある作業の3分類を軸に建設工事における典型的なムダ、付帯作業の検討を実施した。以下では道路土工を例に作業を分類し、紹介する。

図5では一般的な道路土工の作業工程を表している。道路土工の諸作業を付加価値作業、付随作業、ムダに分類して見る。道路土工の目的は舗装を施す前の路体を構築することである。このため付加価値作業は、同図で示しているように地山の掘削・運搬・敷き均し・締固めの一連の作業である。この作業では、建設機械を使って土を操作しなければならないため、その効率化や省人化では建設ロボットの導入等、比較的大がかりな改善が必要になる。これに対し付随作業は、同じく図5に示すような施工状況の写真撮影、測量、書類作成、出来形計測などの作業である。これらの作業は、直接路体を造る作業ではないが、工事を遂行する上で必要である。

工事現場では所定の工事が行われていることを記録として残すために写真撮影を行うがこの際、図5にあるように写真を撮影した日時や工事内容を記載した黒板を写し込むようにしなければならない。このため写真撮影では、黒板を持ち歩き、撮影対象毎に黒板を書き直す必要や文字、数値が不鮮明な場合もあり、また撮影した写真の整理にも手間と時間を要することになる。

そして、このような付加価値作業と付随作業以外の作業や動作を建設工事において精査する必要がある。例えば、建設工事におけるムダとして、工程間の調整時間や検査のための待ち時間などが挙げられる。つまり、基本的に建設生産による付加価値創出に寄与しない動作であり、こうしたムダを削減しなければならない。このムダの洗い出しにおいて、映像データによる分析が役立つことになる。図6は映像臨場による検査等にとまらぬ待ち時間の削減の事例である¹⁰⁾。

こうした映像臨場によるムダの削除とともに、映像データによる動作分析や時間研究などの手法から現場に潜むムダを洗い出すことが期待され、そのためにも作業の3分類に関して、現場の理解を得るべく研修等が必要になると考えられる。

図4 作業内容の分類

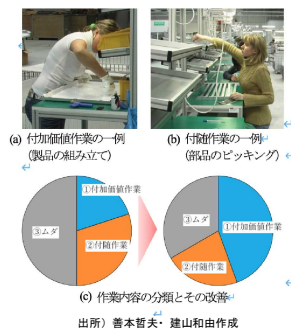


図5 道路土工における作業工程と付加価値・付帯作業



図6 遠隔臨場・遠隔立会検査



出所) 建山和由作成

(2) 安全性向上・事故防止

映像データの分析により、先述のムダのみならず、ムリがある、ムラのある作業の洗い出しも可能となる。工事現場の就労環境や作業条件は改善されているものの、事故発生件数が多い。危険な作業・動作の顕在化や削除への効果も期待され、安全性向上、事故防止のためにタイムラプスを活用した映像撮影、記録が活用されはじめている⁹⁾。

付加価値を生む正味作業においても、ムリを強いる、またムラがあれば、それは不適切な作業である。リーンマネジメント実装によって生産性向上と同時に、ムリ、ムラを排除し、安全性向上と事故防止にいくことが、現場の改善定着と活動意欲を高めることに繋がり、そして職場としての魅力度を高めていくことに結びついていく。

5. 今後の課題

本研究の課題として、以下では2点を取り上げる。第1は ICT 活用及び改善活動に不慣れた入門者向けの簡易型 V-Construction システムの検討である。機能は限定的だが、ICT に不慣れであっても容易にセットアップが可能となるよう、B to B の専門性が必要とされる機材ではなく、スマートフォン、アクションカメラ、骨伝導イヤホンなどの B

to C の商流, つまり家電量販店で購入することができる機材のみを使う組み合わせ型のシステムなどが考えられる。

第 2 は人材育成の視点である。リーンマネジメント及び改善方法論と情報化施工の有機統合によって、持続的な生産性向上のサイクルを回すためには、映像情報を活用した作業効率化の推進や、全体最適を俯瞰できる視野をもった人材を育成する必要がある。こうした人材育成が、現場全体のアブダクション（仮説推論）を鍛えることに結びつき、かつ改善の定着と持続的な活動の立脚基盤になる。

6. 結論

V-Construction コンセプトの要素技術はある程度開発されており、また、それらを適切に活用するマネジメント手法を開発するところに本研究の特徴がある。製造業、非製造業を問わず、優良製造企業の生産性向上に向けた改善ノウハウを非製造業や中小企業などで活用できるよう、体系化する作業や指導員育成などが日本国内の大学や地方自治体で展開されてきた。そうした知見を生かしつつ、本研究は社系研究者と理系研究者による文理融合のプロジェクトとして展開した。本研究の社会的な貢献は、これまで生産性向上や現場改善に取り組む機会がなかった、また機運に恵まれなかった建設業の現場において改善意欲や生産性向上への意識を高めていくことにある。建設業において、まだまだ引き出せないでいる就業者や現場のポテンシャルが存在するはずである。それらポテンシャルを刺激し、活用するためのトリガーとなるよう、本研究はリーンマネジメント実装に取り組んでいる。今後の展開において、概念の一人歩きや押しつけ型の手法に陥らぬよう、現場立脚型の視野を崩さず、さらなる研究深化に努めていく。

【謝辞】

本研究は立命館大学理工学部環境都市工学科の横山隆明氏、環境風土テクノの須田清隆氏、可児建設の可児憲生氏、応用技術株式会社の渡辺健司氏の協力を得て、研究チームを編成し、文理・産学連携の取り組みとして展開しました。この場を借りて、感謝を表します。

【参考文献】

- 1) 建山和由・横山隆明「ICT を利用した建設施工の高度化と将来展望」『計測と制御』55/6,2016 年。
- 2) 善本哲夫「中堅・中小企業の現場能力構築と FA・IT—改善支援プラットフォーム導入のトライアル—」『立命館経営学』第 52 巻 第 2・3 号, 2013 年。
- 3) 内閣府「平成 30 年度中小企業・サービス業等の生産性向上の取組に係る調査報告書」
(<https://www5.cao.go.jp/keizai1/productivity/productivity.html> から

入手:2021/4/26 最終アクセス)

- 4) Seung-Hyun Lee, James E. Diekmann, Anthony D. Songer and Hyman Brown “Identifying Waste: Applications of Construction Process Analysis” Seventh Conference of the International Group for Lean Construction, PROCEEDINGS IGLC-7, University of California Berkeley, California, USA 26-28 JULY 1999.
- 5) Koskela, LJ, “Management of production in construction: A theoretical view” Conference or Workshop Item,1999 (digital collection of the research output of the University of Salford).
- 6) Algan Tezel, Lauri Koskela, Zeeshan Aziz, “Current condition and future directions for lean construction in highways projects: A small and medium-sized enterprises (SMEs) perspective” International Journal of Project Management, Volume 36, Issue 2, February 2018.
- 7) 藤本隆宏・東京大学 21 世紀 COE ものづくり経営研究センター編『ものづくり経営学 製造業を超える生産思想』光文社, 2007 年。
- 8) 「工場管理」編集部編『中小企業が始める！ 生産現場の IoT』日刊工業新聞社, 2018 年。
- 9) 建山和由「建設技術の新たなステージ i-Construction ~現場映像活用への期待」『映像情報メディア学会誌』Vol.73, No.6, 2019 年。
- 10) 西川充他「映像による仮想臨場を活用した visual- construction の展開」『第 74 回年次学術講演会講演 概要集』CS13-10, 2019 年
- 11) 善本哲夫・藤本隆宏 [2010]「産業を超えたものづくり知識の共有: 東大インストラクタースクールの取り組み」東京大学ものづくり経営研究センター Discussion Paper Series, No. 305。
- 12) 藤本隆宏・柴田孝編『ものづくり成長戦略「産・金・官・学」の地域連携が日本を変える』光文社, 2013 年。