

建設現場の労働環境改善に向けたコンクリート 躯体工の資材等運搬状況における整理及び検討

山口 悟司¹・鈴木 宏幸²・市村 靖光³・瀬崎 智之⁴

^{1,2,4}正会員 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: ¹yamaguchi-s22ae@mlit.go.jp, ²suzuki-h92de@mlit.go.jp, ⁴sezaki-t92jf@mlit.go.jp

³非会員 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: ³ichimura-y92pi@mlit.go.jp

社会基盤の整備・管理を着実に進めるために、少子高齢化に伴う将来的な建設業の担い手不足に備え、建設現場での身体負担の大きい作業の改善が重要である。欧州では現場に常駐し、作業者自らが操作する定置式水平ジブクレーンにより、人力運搬が極小化されている。

本論文では、コンクリート躯体工事（鉄筋工、型枠工、足場支保工）に着目して、建設現場に常設し技能者自身が操作する定置式水平ジブクレーン試行工事を対象に、建設現場で撮影した施工映像から現場内の建設資材等の運搬状況を整理し、クレーン活用による苦渋軽減の可能性を検討するものである。

Key Words : *construction, working environment, crane, transport, manual transportation,*

1. はじめに

総務省「労働力調査」を基に国土交通省が算出した結果¹⁾では、建設就業者のうち、現場施工を担う建設技能者は455万人から318万人と23年間で約30%減少しており、また、55才以上の就業者の占める割合も高く、新期入職者の確保が喫緊の課題となっている。建設技能者の新期入職者の確保を進める上で障害となっているものの1つが、「キツイ」と3Kの1つにも数えられる苦渋作業が存在することであると言われている。その中でも、重量物の人力運搬は、体への負担が大きく、また、労働災害の温床ともなりうることから、安全にかつ長く、また、多様な者が働くことができる環境にするために、施工現場から出来るだけ排除すべきものと考えられる。

こういった状況下において、欧州では、現場に常設し、専用のクレーンオペレーターを要せず、作業している者が自ら操作できる定置式水平ジブクレーン（図-1、表-1）（以下、ジブクレーン）が広く使用され、人力運搬を極小化している状況が観察されている²⁾。しかしながら、日本の土木工事の現場での使用実績は少なく、その有用性は確認されていない。このため、国土交通省のいくつかの土木工事現場に試験的に導入し、その効果を検証しているところである。本稿では、九州地方整備局発注の橋台整備施工時でのモニタリングデータを整理した結果について中間的な報告を行うものである。

2. 試行工事とモニタリングの概要

(1) モニタリング対象工事

モニタリング対象は、九州地方整備局福岡国道事務所発注の鳥栖久留米道路の橋台工事における橋台（縦列で3基設置、各23.5m×11.55m、12.0m×8.09m、14.5m×7.03m）の基礎現場打ち杭を除く部分の整備である。本稿では、モニタリング期間のうち、フーチング及び堅壁の一部を施工した期間のデータを用いる。（令和4年2月14日～令和4年5月31日）

(2) モニタリング及びデータ整理方法

施工現場に時間を同期させたビデオカメラを8台設置し、期間中の現場全体の施工映像を撮影した。この施工映像データを全て観察し、クレーン（ジブクレーンとラフタークレーン）による機械運搬と、人力運搬の場면을拾い上げ運搬リストとして整理した。その際、各運搬の起終点の位置から、図-2に示す通り、トラックと資材置き場間の運搬を「仮運搬」、トラック又は資材置き場と施工ヤード間の運搬を「施工ヤード運搬」、施工ヤード内での運搬を「二次運搬」と定義する「運搬段階」を併せて情報として付与した。また、運搬物及び運搬者の職種（鉄筋工・型枠工・足場支保工・コンクリート打設工）も映像から判読し、情報として付与した。

また、工事期間の終盤の段階で、工事の担当技術者及び技能者に対して、主に、ジブクレーンが現場に常設することにより、人力運搬からクレーン運搬に転換された運搬物があるか、また、今後転換しうると考えられる運搬物が何かという観点でアンケートとヒアリングを実施した。これは、今回施工を担当した技術者及び技能者が、当該現場ではじめてジブクレーンを使用したことから、直ちに、そのメリットを活用できる訳ではないことを考慮したものである。



図-1 ジブクレーンの例

表-1 ジブクレーンの特徴

	油圧クレーン	ジブクレーン
特徴1	クレーンが必要な時のみ調達	施工現場に常設
特徴2	操作は専門オペレーター	操作は現場の作業員 ※クレーン等の運転の業務に係る特別教育の受講は必要
特徴3	操作が複雑 (アームの上げ下げと伸縮、フックの上下)	操作が簡単 (フックの左右移動、フックの上げ下げ)
特徴4	自走が可能	自走が不可能

3. 調査結果

(1) 運搬者の職種別の運搬回数

運搬者の職種別の運搬回数を図-3に示す。鉄筋工や足場支保工の運搬回数が多く、型枠工がそれらに次ぐ回数となっている。今回、「運搬」を「位置を移動するだけの作業」と定義しており、型枠工は後述するように特に二次運搬段階では運搬した先でそのまま組み立て作業を行うことが多く、このような結果となった。ただ、これらは比較的区分が曖昧であり、運搬の定義については、今後更に分析を行う上で検討が必要である。

コンクリート打設工は本工事では、他の3工種に比べて運搬回数が非常に少ないことがわかる。欧州では、クレーンを使ってバケットでコンクリートを打設することが多いが、日本ではポンプを使用することが多く、当該工事でもポンプ打設が行われていたためと考えられる。このため、以後、運搬回数の多い鉄筋工、型枠工、足場支保工を対象に考察を行う。

(2) 工種別の機械及び人力運搬回数

型枠工を対象に、運搬区分別の運搬回数を整理するために図-4、図-5、図-6に、鉄筋工、型枠工、足場支保工の各運搬段階、運搬物毎の運搬回数をクレーン運搬、人力運搬別に示す。

まず、図-4(a)の鉄筋工の運搬については、その多くを鉄筋が占めていることがわかる。鉄筋の運搬は、仮運搬段階、施工ヤード運搬段階では、クレーン運搬がそのほとんどを占めているが、二次運搬では人力運搬が多いことがわかる。鉄筋だけを抽出し、その動きの詳細を図示した(b)を見ると、鉄筋は一旦資材置き場に仮置きされた後、運搬回数を増やし、すなわち小分けにして施工ヤードにクレーン運搬されている。二次運搬での大部分を占める人力運搬をクレーン運搬に転換できるかが、鉄筋工における人力運搬軽減の鍵となることがわかる。ヒアリングで確認すると、「クレーンによる一本ずつの運搬では時間がかかる」「人力で運搬可能な鉄筋重量のため人力で運搬した」との意見があった。しかしながら、鉄

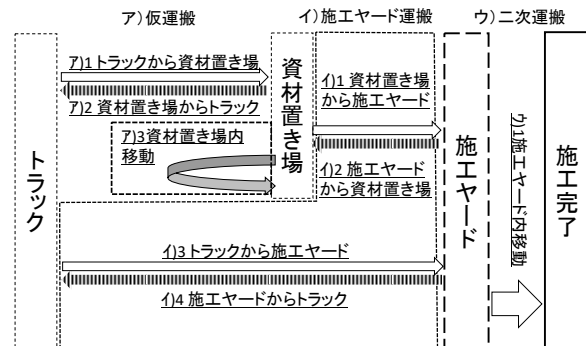


図-2 運搬段階の定義

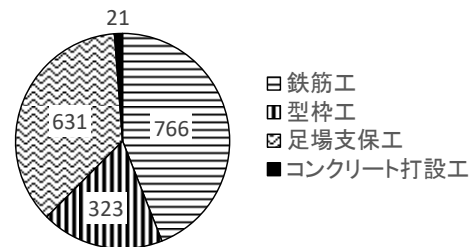


図-3 工種別運搬回数

筋は、部材によるが10kgを超える重量物も多く、これらの運搬を治具を活用して効率的に行う手法を整える等の工夫について、今後検討を行うことで、労働環境の改善に大きく寄与できる可能性がある。

次に、図-5(a)の型枠運搬に着目する。全体として最も運搬回数が多いのは型枠板であり、特に仮運搬段階において、人力運搬の回数が多い。型枠板の詳細を整理した(b)を見ると、特に、資材置き場の中での運搬、具体的には資材の検品で人力運搬が多く行われていた。これらを確認した上で、クレーンで施工ヤードに搬入されるが、施工ヤードでは「運搬」にはカウントされないものの、組み立て段階でも資材を人力で持ち移動させる作業も多

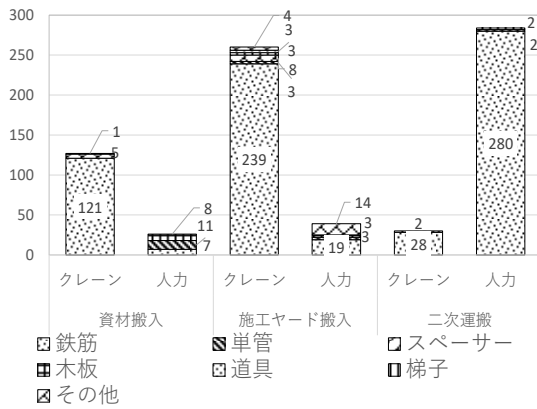


図-4 (a)鉄筋工 運搬区分・運搬資材別運搬回数

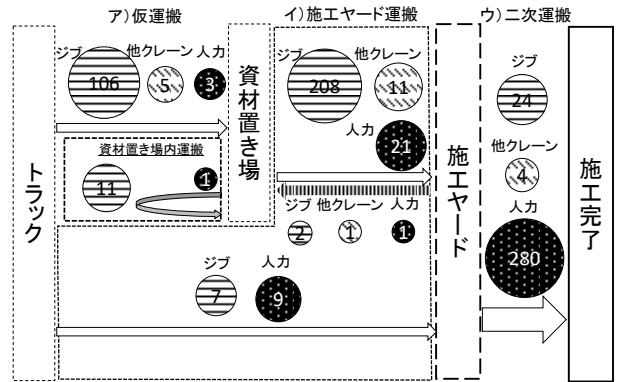


図-4(b) 鉄筋(鉄筋工) 施工経緯での運搬回数整理

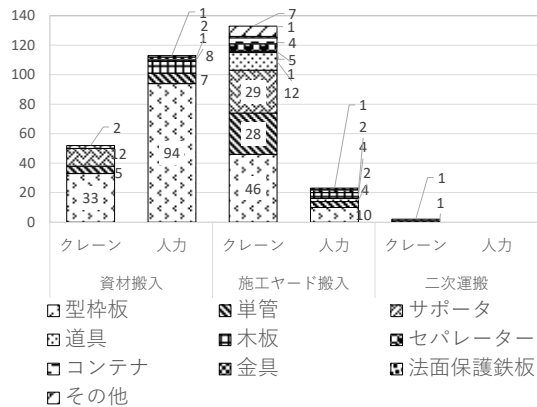


図-5(a) 型枠工 運搬区分・運搬資材別運搬回数

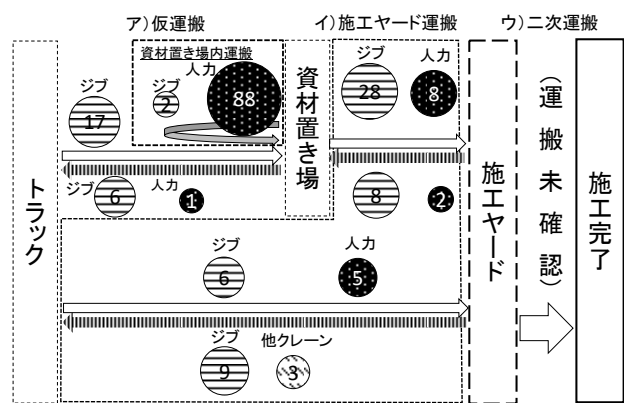


図-5(b) 型枠板(鉄筋工) 施工経緯での運搬回数整理

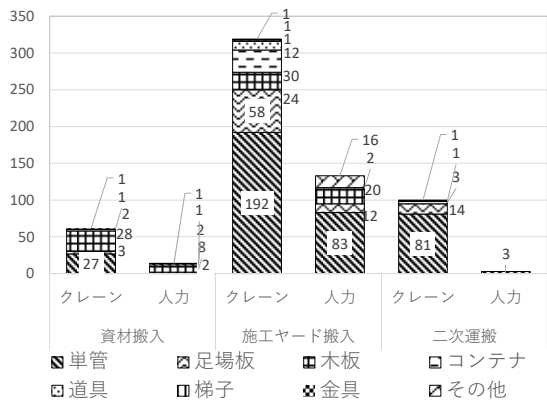


図-6(a) 足場支保工 運搬区分・運搬資材別運搬回数

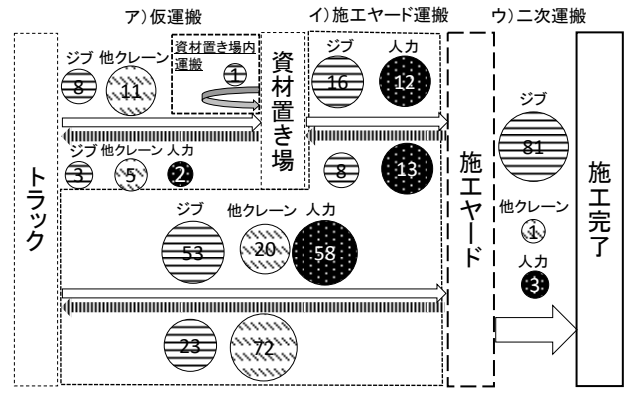


図-6(b) 単管(足場支保工) 施工経緯での運搬回数整理

いことが映像から確認されている。例えば、システム型枠を試用して、資材置き場で型枠を組み立て、組み立てたまま施工ヤードに運搬して据え付けることが出来れば、実態として人力による運搬を大きく低減させることが出来るのでは無いかと考えられる。今後、組み立てて輸送できるシステム型枠を試用した工事でモニタリングを行い、検証を行いたい。

図-6(a)の足場支保工に着目すると、施工ヤード搬入での短管パイプのクレーン運搬と人力運搬及び二次運搬でのクレーン運搬が多いことがわかる。短管パイプの詳細を整理した(b)を見ると、短管パイプは、資材置き場に

仮置きする運搬は比較的少なく、トラックから直接施工ヤードに搬入出する回数が多い。この中で、特に人力運搬が多いのは、トラックから施工ヤードへの搬入時であり、搬出時は少なかった。また、二次運搬でも人力運搬は少なかった。原因について、ヒアリングで確認したところ、足場支保工の施工者の人数が確保できず、少人数でやることになったが、期間はかかったものの、ジブクレーンをうまく活用して運搬するノウハウが蓄積でき、人力運搬が少ない施工が結果として出来たとのことであった。次回以降の工事では、搬入段階から活用して、さらに人力運搬回数を減らすことが出来る見込みである。

4. ジブクレーンの効果の試算及び今後の課題

3. の整理結果及び使用者へのヒアリング調査を用いて、本工事でのジブクレーンによる人力運搬への転換の効果と更なる転換可能性を表-2のとおり試算した。

「2.改善済み」欄は、今回の工事での人力運搬の実績数である。これに対して、「1.従来運搬（推計）」は、ヒアリングにおいて今回の工事で改善された項目としてあげられた「型枠工の施工ヤードへの運搬」と「足場工の二次運搬」が人力運搬で行われたとした場合の人力運搬回数を推計した。両者を比較した転換済みの効果は14.5%であるが、実態として、人力運搬から機械運搬に転換されると運搬回数自体が減少することを考慮すると、更に大きいものであった可能性がある。

「3.追加改善手法」は、ヒアリングで更に転換することが有用だと回答のあった「型枠資材のセパレーター、鉄筋結束材、短い単管パイプ、単管クランプ、電動工具等、カゴ等の入れ物で運搬する」について、機械運搬に転換した場合を想定したものである。これにより、4.1%の転換が可能となる。更に、「4.追加改善検討対象」は、前章で治具の工夫等、更なる改善に向けて研究が必要な運搬の対象を抽出したものである。具体的には、「鉄筋工の鉄筋の二次運搬」や「型枠板の資材置き場内での仮運搬」であり、今後、治具やシステム型枠等の活用の検討を進めることで、人力運搬全体の約半数が縮減の対象となりうるものである。

5. まとめ

試行工事での人力運搬回数及び縮減効果を試算したところ、ラフタークレーン施工に比して、現状15%程度、今後検討する運搬方法が実施できれば最大68%縮減でき

表-2 ジブクレーンによる人力運搬転換可能性試算

工種	1. 従来運搬 (推計)	2.改善済み	3.追加改善手 法	4.追加改善検 討対象
鉄筋工	0	349	-13	-280
型枠工	28	136	-1	-88
足場工	81	150	-17	0
コンクリ打設	0	6	0	0
合計	+109	641	-31	-368
転換率	-	14.5%	4.1%	49.1%
累計転換率	-	14.5%	18.7%	67.7%

※ () は内試算値

る可能性を確認した。

また、足場支保工にてジブクレーン活用による少人数施工の可能性を確認できた。

今後、担い手不足に対応した少人数施工方法の検討に向けて、ジブクレーンの活用検討とともに、そもそも複数工種を実施する多能工や、ジブクレーンともに活用して省力化施工に資するシステム型枠等の資機材の活用条件及び方法を現場試行にて検証して参りたい。

謝辞：本稿のモニタリングデータ取得及びデータ整理にご協力いただきました九州地方整備局、工事受注者及び楠本雅博様はじめ株式会社第一コンサルタンツの皆様へ感謝の意を伝えます。

参考文献

- 1) 国土交通省不動産・建設経済局：最近の建設業を巡る状況について【報告】， p5(<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001428484.pdf>)
- 2) 渡邊法美：定置式水平ジブクレーンの利活用による多能工の育成・奨励の試み， pp14-21， 建設マネジメント技術， 2020.2

(2022.10.17 受付)

ORGANIZING AND EXAMINING THE TRANSPORTATION SITUATION OF MATERIALS FOR CONCRETE FRAME WORK TO IMPROVE THE WORKING ENVIRONMENT AT CONSTRUCTION SITES

Satoshi Yamaguchi, Hiroyuki Suzuki, Yasumitsu Ichimura, Tomoyuki Sezaki

In order to steadily advance the development and management of social infrastructure, it is important to improve the physical burden of work at construction sites in preparation for the future shortage of workers in the construction industry due to the declining birthrate and aging population. In Europe, the use of stationary horizontal jib cranes stationed on-site and operated by workers themselves minimizes manual transportation.

In this paper, focusing on concrete frame work (reinforcement work, form work, scaffolding work), we focused on the trial construction of a stationary horizontal jib crane permanently installed at the construction site and operated by the technician himself, and filmed at the construction site. We will organize the transportation situation of construction materials etc. in the site from the construction video, and examine the possibility of reducing the pain by using cranes.